

**Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу**

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Федасюк Олександр Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9

(індекс)

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

Технологія виготовлення деталі “Півмуфта ЦЗ-09.02.001”

Тип виробництва - середньосерійний

---

(назва роботи)

Прикладна механіка

---

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

---

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Борушак Л.О., доцент кафедри КМВ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри

професор \_\_\_\_\_ Панчук В.Г.

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

---

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

м.Івано-Франківськ-2025 рік

**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу**

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 року

**ЗАВДАННЯ**

**НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Федасюку Олександрю Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі “Півмуфта ЦЗ-09.02.001”

керівник роботи доцент кафедри КМВ Борушак Л.О.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи 10 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи креслення деталі,

дані базової технології

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Технологічна частина (аналіз деталі, вибір заготовки, розробка маршрутної та операційної технології виготовлення, розрахунок припусків, режимів різання).

Конструкторська частина (проекування верстатного пристрою) на складання керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_

Креслення деталі та заготовки, 3D моделі деталі, заготовки, складальне креслення верстатного пристрою для вертикально-фрезерного верстата з ЧПК, креслення кінцевої фрези, карта налагодження на токарну та фрезерну операції з ЧПК, керуюча програма обробки деталі на верстаті з ЧПК модель верстатного пристрою

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Доцент кафедри КМВ Борушак Л.О.		
	Доцент кафедри КМВ Борушак Л.О.		

7. Дата видачі завдання 12 березня 2024 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	28.04.2024	
2	Проектування технології виготовлення деталі	10.05. 2024	
3	Проектування технологічного оснащення	20.05. 2024	
4	Розробка програми для ЧПК	01.06. 2024	
5	Пояснювальна записка	10.06. 2024	
	Графічна частина	12.06. 2024	

Студент \_\_\_\_\_

Федасюк О.В.

Керівник \_\_\_\_\_

Борушак Л.О.

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної бакалаврської роботи: Технологія виготовлення деталі “Півмуфта ЦЗ-09.02.001”

Розрахунково-пояснювальна записка: сторінка, рисунок, таблиць, посилань, аркушів формату А4.

Графічна частина: 4 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “Півмуфта ЦЗ-09.02.001”.

Мета роботи – розробити оптимізований технологічний процес механічної обробки півмуфти ЦЗ-09.02.001, який повинен скоротити вартість виготовлення деталі порівняно з базовим техпроцесом, а також розробити конструкцію спеціального верстатного пристрою та скласти керуючу програму для верстата з ЧПК.

Відповідно поставленій задачі у роботі проведений аналіз конструкції деталі, базового методу отримання заготовки та маршруту механічної обробки. За результатами проведеного аналізу та рекомендаціях літературних джерел розроблено більш сучасний маршрут механічної обробки даної деталі для заданого типу виробництва, відповідно до якого пораховано припуски, розраховано режими різання та нормування операцій. Для встановлення і закріплення деталі на фрезерно-свердлильних операціях спроектовано спеціальний верстатний пристрій із пневматичним приводом, працездатність якого підтверджено розрахунками, наведеними в конструкторській частині пояснювальної записки. Додатки містять технологічну документацію – маршрутний опис процесу, операційні ескізи.

Результати роботи можуть бути використані у виробництві на базовому підприємстві.

**Ключові слова:** *заготовка, деталь, технологічний процес, режими різання, швидкість різання, сила різання, операція, інструмент, обладнання, пристрій, сила затиску.*

Студент: Федасюк О.В.

## ABSTRACT

of qualifying bachelor's thesis: Technology of manufacturing the part " Half-coupling CZ-09.02.001"

Calculation and explanatory note: pages, figures, tables, links, sheets of A4 enclosures.

Graphic part: 4 sheets of A1 format.

The object of study is the technological process of mechanical processing.

The subject of research is the detail "Half-coupling CZ-09.02.001".

The purpose of the work is to develop an improved technological process of mechanical processing of the Half-coupling CZ-09.02.001, which will reduce manufacturing costs compared to the basic technical process, as well as to develop designs of special machine tools and control program for CNC machine.

In accordance with the task in the work a detailed analysis of the design of the part, the basic method of obtaining the workpiece and the route of machining was made. Based on the conclusions of the analysis and the recommendations of the literature, a more optimal route of machining of this part for a given type of production is developed, according to which allowances, cutting modes and rationing of operations are calculated. To install and secure the part on machining operations, a special machine tool device with a pneumatic drive has been designed, the operability of which has been confirmed by the calculations given in the design part of the explanatory note. The appendices contain technological documentation - process route description, operational sketches.

The results of the work can be used in production at the base enterprise.

Keywords: workpiece, detail, technological process, cutting modes, cutting speed, cutting force, operation, tool, equipment, device, clamping power.

Student: O. Fedasuk

## Зміст

Вступ .....	
1 Технологічна частина.....	
1.1 Опис призначення та конструкції деталі .....	
1.2 Технологічний аналіз конструкції півмуфти .....	
1.3 Визначення програми випуску і кількості деталей в партії .....	
1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології...	
1.4.1 Обґрунтування вибору та проектування заготовки.....	
1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу.....	
1.4.3 Проектний варіант технологічного процесу обробки півмуфти.....	
1.5 Розробка операційної технології.....	
1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	
1.5.2 Розрахунок режимів різання .....	
1.6 Розробка керуючих програм на токарну та фрезерну операції з ЧПК.....	
2. Конструкторська частина.....	
2.1 Пристрій для вертикального фрезерного верстата з ЧПК .....	
2.1.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою .....	
2.1.2 Силовий розрахунок пристрою.....	
2.1.4 Розрахунок на міцність найбільш навантажених та рухомих елементів пристрою.....	
Висновок.....	
Перелік використаних джерел.....	
Додатки.....	

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Федасюк О.В.			<b>Пояснювальна записка</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Борушак Л.О.					2	
Реценз.					<b>ІФНТУНГ ПМ-21-1</b>			
Н. Контр.		Борушак Л.О.						
Затверд.		Панчук В.Г.						

## ВСТУП

Рівень економічного розвитку європейської держави сильно залежить від рівня розвитку промисловості, в першу чергу машинобудівної галузі. Війна призвела до величезних втрат у жилих спорудах, об'єктах інфраструктури та підприємств машинобудування. Тисячі фахівців зараз воюють з агресором, захищаючи Україну.

На сьогоднішній день актуальним є забезпечення виробництва та ремонту зброї, військової техніки, та боєприпасів. А після закінчення війни одним з факторів відродження машинобудування наявність грамотних інженерів.

Саме тому підготовка магістрів з прикладної механіки є важливим завданням випускаючої кафедри нашого вишу.

Рівень підготовки фахівців машинобудування визначається також набуттям практичних навичок у підготовці.

Важливими завданнями підготовки за нашим фахом є оволодіння комп'ютерними технологіями підготовки виробництва та виконання дослідницьких робіт. Реалізація сучасних технологій базується на високопродуктивному і точному обладнанні, оснащеному системами числового програмного керування. Фахівцю з прикладної механіки належить вміти вибрати потрібне обладнання та найбільш раціонально його застосувати. Це ще один аспект фахової підготовки.

Моя бакалаврська робота базується на технологічних, і конструкторських рішеннях, прийняття яких стало можливим після навчання в університеті.

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1. Технологічна частина

### Призначення та конструкція деталі

Деталь «Півмуфта ЦЗ-09.02.001» відповідно до класифікації Ф. С. Дем'янюка відноситься до деталей типу муфт і є деталлю вузла для передавання крутного моменту між валами з ексцентриситетом або нестабільним положенням їхніх осей.

Заготовкою пів муфти служить прокат кованка 2-ої групи із сталі 45.

Деталі має форму круглого циліндра з фланцем, на торці якого радіально по периферії розміщені чотири призматичні виступи 22x10x20 мм для передачі власне крутного моменту через еластичну вставку. Ступиця пів муфти  $\varnothing 75$  мм має отвір  $\varnothing 48^{+0,027}$  мм для посадки останньої на вал та поздовжній шпонковий паз 14N9 під посадку на шпонку. У ступиці виконаний радіальний різьбовий отвір M10 для фіксації пів муфти на валу.

Основними технологічними базами півмуфти є поверхні лівого (за кресленням) більшого торця, зовнішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 109$  мм (для обробки з одного боку), правий торець і зовнішній діаметр ступиці  $\varnothing 75$  мм, а також правий торець і отвір  $\varnothing 48$  мм для фрезерування торцевих виступів.

Розглянемо поверхні за точністю та шорсткістю.

Поверхні з найвищою точністю і шорсткістю:

- внутрішня циліндрична посадочна поверхня  $\varnothing 48$  мм (1) – квалітет H8, – Ra 5,0 мкм;
- поверхня шпонкового паза (18) – квалітет N9, – Ra 5,0 мкм;
- різьбовий отвір M10(19) – степінь точності 6, поле допуску різьби H, Ra 5,0

	МКМ				БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



1	Внутрішня Технологічна база. Виконавча поверхня	циліндрична. Ø48	H8	8	5,0
2	Правий плаский плоскі торець. Технологічна база. Виконавча поверхня. Конструкторська база.	130	h14	14/2	Rz 40
3	Зовнішня циліндрична поверхня. Вільна поверхня.	Ø 75	H14	14/2	Rz 40
4	Фаска зовнішня права. Вільна поверхня.	2,0x45°	±IT14/2	14/2	Rz 40
5	Лівий торець. Виконавча поверхня.	110	h14	14/2	Rz 60
6	Зовнішня циліндрична поверхня. Виконавча поверхня. Конструкторська база.	Ø109	B12	12/2	Rz 60
7	Зовнішня радіусна поверхня. Вільна поверхня.	R8	14	14/2	Rz 60
8	Фаска внутрішня ліва. Вільна поверхня.	1,0x45°	±IT14/2	14/2	Rz 60
9, 10,11, 12	Плоскі зовнішні поверхні. Виконавчі поверхні..	2,5x30°	14	14/2	Rz 40
13	Зовнішній лівий торець. Вільна поверхня.	130	h14	14/2	Rz 60
14,15	Зовнішні фаски. Вільні поверхні	1,0x45°	±IT14/2	14/2	Rz 60
16	Зовнішня фаска. Вільна поверхня	3,0x45°	±IT14/2	14/2	Rz 60
17	Фаска внутрішня права. Вільна поверхня.	3,0x45°	±IT14/2	14/2	Rz 60
18	Шпонкова канавка. Виконавча поверхня	14N9	9	9	5,0
19	Різьбова поверхня. Виконавча поверхня.	M10	6H	6	5,0
20	Внутрішня радіусна поверхня. Вільна поверхня.	R3	14	14/2	Rz 60

Ескіз деталі з номерами поверхонь показаний на рис. 1. 1

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



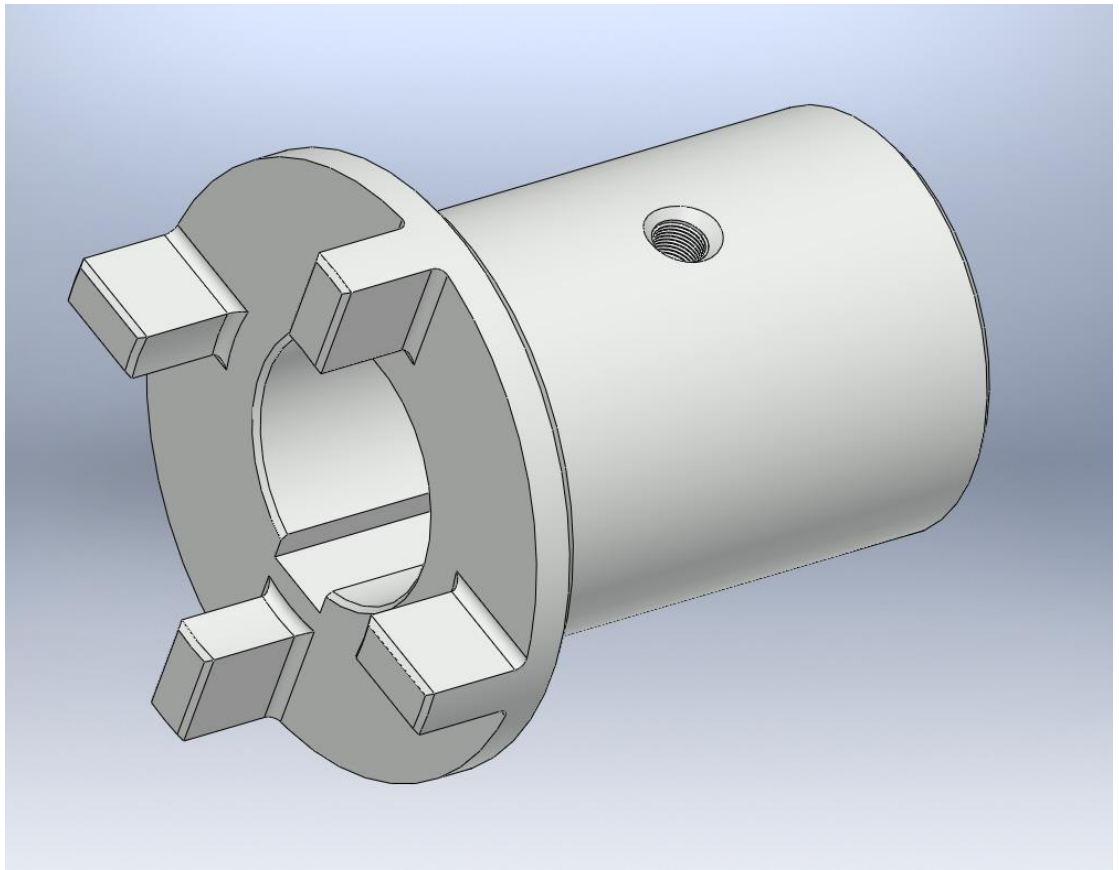


Рис.1. 2 – Тривимірна модель пів муфти

Робимо висновок, що конструкція півмуфти порівняно проста, відсутні поверхні складної конфігурації і такі, що потребують мірного фасонного інструменту, за винятком різьби та шпонкового паза.

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1.2 Технологічний аналіз конструкції півмуфти

Заготовкою півмуфти Ø109 мм за базовою технологією служить прокат нормальної точності Ø120 мм.

Форма поверхонь деталі нескладна – в основному зовнішні та внутрішні циліндри, круглі та плоскі фаски, невеличкі площини, радіусні поверхні, а до фасонних можна віднести різьбу внутрішню. Деталь жорстка, що забезпечується формою та розмірами окремих елементів. Згідно базового технологічного процесу поверхні вала обробляють на універсальних верстатах –токарно-гвинторізних 1К62, внутрішньо-шліфувальному 3А227П, вертикально-фрезерному 6М12П, довбальному 6М430 та вертикально-свердлильному 2А125.

Поверхні торців (пов. 2, 5, 13), зовнішні та внутрішні циліндричні і конічні поверхні (фаски) обробляють на 1К62, посадочний отвір шліфують на 3А227П, торцеві виїмки обробляють на 6М12П, шпонковий паз – на 6М430, та отвір з різьбою – на 2А125.

Доступ інструментів до всіх оброблюваних поверхонь хороший.

Обробка всіх поверхонь виконується нормалізованим або ж стандартним мірним інструментом. Отже, деталь в цілому технологічна.

Згідно ГОСТ 14.202-73 проводимо кількісний аналіз технологічності по -  
коефіцієнту уніфікації  $K_y$ .

Загальна кількість поверхонь – 44

з них механічну обробку проходять – 44

уніфікованих поверхонь – 28.

	Поверхонь по	4-му	квалітету	точності – 40	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

БР.ПМ-050.00.000 ПЗ

Поверхонь по 98-му квалітету точності – 1

Поверхонь по 8-му квалітету точності – 3

Визначаємо коефіцієнт уніфікації за формулою

$$K_{y_{\Sigma}} = \frac{Q_{y_{\Sigma}}}{Q_{\Sigma}}$$

де  $Q_{\Sigma}$  - загальна кількість оброблюваних поверхонь

$Q_{y_{\Sigma}}$  - кількість уніфікованих поверхонь

$$K_{y_{\Sigma}} = 28/44 = 0,64$$

За коефіцієнтом уніфікації деталь вважається технологічна, оскільки,  $K_{y_{\Sigma}}$  більший від допустимого 0,6.

Виходячи з конструкції деталі і серійності виробництва, вважаю доцільним застосувати для токарної та фрезерної обробки, а також для формування різьбового отвору застосувати верстати з ЧПК

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 1.3 Визначення річної програми випуску та розміру партії деталей

Заданий тип виробництва – середньоосерійний.

Режим роботи підприємства 2 зміни на добу.

Основна інформація про заводську технологію подається в таблиці 1.4.

**Таблиця 1.4 – Трудоемкість операцій.**

№ операції	Назва операції	Модель верстату	$T_{шт}$ , хв
1	2	3	4
005	Токарно-фрезерна з ЧПК	<i>Matech MT 42 CNC</i>	18,88
010	Горизонтально-протяжна	<i>7Б57</i>	3,4
015	Вертикально-фрезерна з ЧПК	<i>Vector 650 M HDH</i>	6,2

Число операцій  $n = 3$ ; (без врахування заготівельної операції 005) сумарний штучний час  $\sum T_{шт} = 28,48$  хв.

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер} = \frac{\sum T_{шт}}{n} = \frac{28,48}{3} = 9,49 \text{ хв.}$$

Такт випуску деталей:

$$t_g = k_3 \cdot T_{шт.сер} = 20 \cdot 9,49 = 189,9 \text{ хв,}$$

де  $k_3$  – коефіцієнт закріплення операцій для заданого типу виробництва:

$$20 < k_3 < 40. \text{ Приймаємо } k_3 = 20.$$

Річна програма випуску деталей:

$$N = \frac{F_d \cdot 60}{t_g} = \frac{3900 \cdot 60}{189,9} = 1232 \text{ шт,}$$

Приймаємо  $N=1230$  шт.

де  $F_d$  – дійсний річний фонд робочого часу устаткування.

$$F_d = 3900 \text{ год.}$$

Розрахункова кількість деталей у партії:

					<i>БР.ПМ-050.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$n_{\delta} = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{1230 \cdot 12}{252} = 58 \text{ шт.},$$

де  $a$  – періодичність запуску виробів,  $a = 12$  днів ([1], с.23);

$F$  – кількість робочих днів у році, 2 дні.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{\text{ум.сер}} \cdot n_{\delta}}{480 \cdot 0,8} = \frac{9,49 \cdot 58}{480 \cdot 0,8} = 1,433 \text{ зміни},$$

де 480 – дійсний фонд часу роботи устаткування за зміну, хв.

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів у серійному виробництві.

Прийнята кількість змін  $C_{np} = 2$  зміни.

Прийнята кількість деталей в партії:

$$n_{\delta} = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{\text{ум.сер}}} = \frac{2 \cdot 480 \cdot 0,8}{9,49} = 80,93 \text{ шт.}$$

Приймаємо  $n_{\delta} = 80$  шт.

Уточнюємо програму випуску для кратності її до партії запуску:

$$\text{Число запусків } i = \frac{N}{n_{\delta}} = \frac{1230}{80} = 15,38.$$

Приймаємо  $i = 15$ ;

тоді  $N = i \cdot n_{\delta} = 15 \cdot 80 = 1200$  шт.

					<b>БР.ПМ-050.00.000 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології

### 1.4.1 Обґрунтування вибору та проектування заготовки

У нашому конкретному випадку на вибір способу одержання вихідної заготовки впливають наступні фактори:

- вид матеріалу – середньовуглецева конструкційна сталь марки 45;
- фізико – механічні властивості матеріалу – висока механічна міцність, хороша пластичність і реформованість у гарячому стані;
- тип виробництва – середьосерійне виробництво;
- форма і розміри виробу – деталь без елементів складної конфігурації, в основному циліндричної форми з циліндричними і дисковими порожнинами;
- маса деталі – 2,73 кг.

Для виготовлення деталі «Півмуфта» призначаємо штамповану заготовку, зроблену на горизонтально-кувальній машині.

Щоб спроектувати кованку, потрібно визначити припуски на механічну обробку заготовки-штамповки і занести їх у таблицю 1.Х.

Для цього визначимо вихідний індекс деталі.

Знаючи, що приблизна маса заготовки 5,4 кг

$K_p=1,5$  (розрахунковий коефіцієнт, табл.3.3)

- група сталі М2 [2, стр.112, т.5.7];
- степінь складності С2 [2, ст.111];
- клас точності Т4 [2, ст. 116]

Отже, вихідний індекс – 12.

Призначаємо припуски на механічну обробку і заносимо значення в табл. 1.5,

**Таблиця 1,5 – Припуски на механічну обробку (розміри в міліметрах)**

Розмір	Ø109	Ø48	Ø75	Ø70	130	30	20
Припуск	2*1,8	2*1,9	2*1,7	2*1,7	1,5	1,4	1,4
Допуск	$\frac{+1,8}{-1,0}$	$\frac{+1,4}{-0,8}$	$\frac{+1,4}{-0,8}$	$\frac{+1,4}{-0,8}$	$\frac{+1,8}{-1,0}$	$\frac{+1,3}{-0,7}$	$\frac{+1,3}{-0,7}$
Кінцевий розмір	Ø $112,6^{+1,8}_{-1,0}$	Ø44,2 $^{+0,8}_{-1,4}$	Ø78,4 $^{+1,7}_{-0,8}$	Ø66,6 $^{+0,8}_{-1,4}$	133 $^{+1,8}_{-1,0}$	32,8 $^{+1,3}_{-0,7}$	17,2 $^{+0,7}_{-1,3}$

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				

Конфігурація поверхні рознімання штампа – плоска.

Мінімальна величина радіуса заокруглень  $R=2,0\text{мм}$  [2, ст.12, т.5.11]

Величина штампувальних ухилів по [2, ст.12, т.5.11]:

- по зовнішній поверхні -  $5^\circ$ ;
- по внутрішній поверхні -  $7^\circ$

Визначаємо масу заготовки-штамповки. Визначаємо об'єм заготовки розбивши фігуру заготовки на окремі фігури:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot h = \frac{3,14(0,113^2 - 0,068^2)}{4} \times 0,017 = 0,00011(\text{м}^3),$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h = \frac{3,14 \times 0,113^2}{4} \cdot 0,016 = 0,00016(\text{м}^3),$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot h = \frac{3,14(0,078^2 - 0,044^2)}{4} \times 0,101 = 0,00033(\text{м}^3)$$

$$V_4 = V_1 + V_2 + V_3 = 0,00011 + 0,00016 + 0,00033 = 0,000597(\text{м}^3)$$

$$G_{\text{заг}} = 0,000597 \times 7800 = 4,66 \text{ кг}$$

За отриманими розмірами виконуємо креслення заготовки пів муфти – кованки на горизонтально-кувальній машині (рис.1.3).

					<i>БР.ПМ-050.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

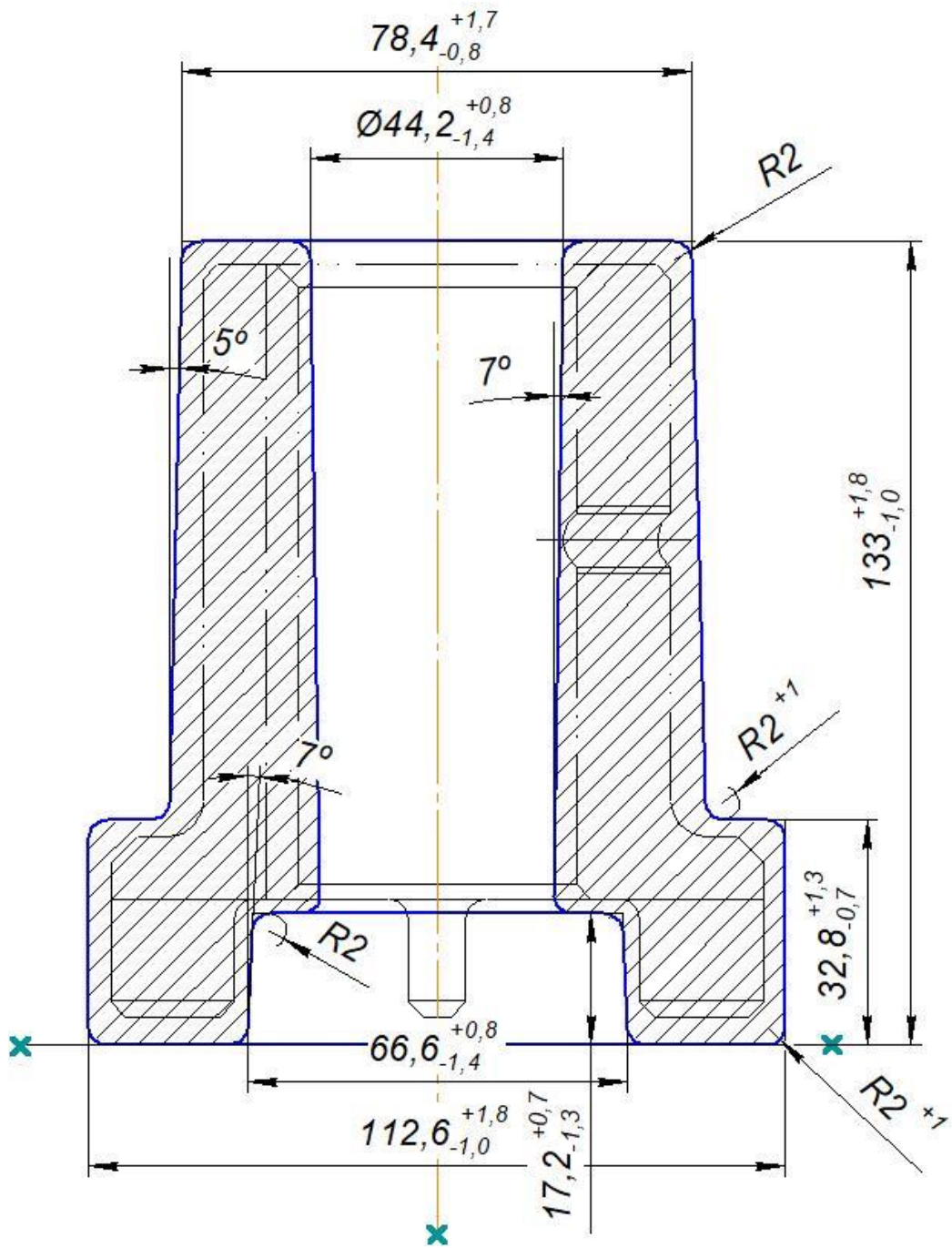


Рис.1.3 – Ескіз кованої заготовки півмуфти

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР.ПМ-050.00.000 ПЗ

Лист

## 1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу

Операції та переходи базового техпроцесу виготовлення півмуфти покажемо у формі таблиці 1.4

**Таблиця 1.6 – Послідовність механічної обробки поверхонь за базовим технологічним процесом**

№ операції	Обр. Поверхн і деталі	Назва та зміст операції,	Верстат, пристрій, оснастка
005		Заготівельна	Фрезерновідрізний верстат 8В66
010		Токарна 1.Підрізати ати торець 13в р-р 133 мм. 2. Точити пов-ню 6 в Ø110	1К62
015		Токарна 1.Обточити поверхню 3 до Ø75 мм 2. Точити торець 2 в р-р 130 мм 3. Точити торець 7 в р-р 30 мм 4. Зняти фаску 4 2,0x45°	1К62
020		Токарна 1.Свердлити отвір Ø30	1К62
025		Токарна 1.Розсвердлити отвір Ø30 до Ø45 мм	1К62
030		Токарна 1.Розточити отвір Ø70 мм	1К62
035		Токарна 1.Розточити отвір Ø45 мм до Ø47,7 мм	
036		Шліфувальна 1. Шліфувати пов-ню 1 на довжину 110 мм до Ø48 мм	
040		Фрезерна 1. Фрезерувати чотири кулачки пов-ні 9,10 за розміткою на глибину 20 мм	6М12П
045		Довбальна 1. Довбати паз пов-ню 18 в р-р 10 мм попередньо	6М430

050		Довбальна Довбати паз пов-ню 18 шириною 14 мм начисто начисто	6M430
055		Свердлильна 1. Свердлити отвір Ø8,5 мм на прохід	2A125
060		Слюсарна 1. Нарізати різьбу M10 напрохід	Слюсарний верстак, лещата

Загальним зауваженням до описаної технології є використання універсальних токарних, фрезерного, шліфувального та свердлильного верстатів, а також слюсарної операції для різьбонарізання в умовах серійного виробництва. Саме тут можна застосувати верстати з ЧПК. Застосувавши токарний верстат з фрезерною функцією і числовим програмним керуванням, вертикально-фрезерний верстат з ЧПК та горизонтально-протяжний верстат, ми уникнемо розділення обробки на чорнову і чистову, зменшимо кількість операцій і, таким чином, значно знизимо собівартість обробки деталі.

Таким чином, основними недоліками базової технології є застосування виключно універсальних неавтоматизованих верстатів та слюсарно-розміточних робіт.

В нашому випадку всю токарну обробку поверхонь обертання, свердління отвору та нарізання різьби можна об'єднати і використати верстат токарно-фрезерний центр з ЧПК Matech MT 42 спс. Обробку здійснимо за два установи заготовки.

Обробку торцевих кулачків виконаємо на вертикальному фрезерно-свердлильному верстаті з ЧПК мод. Vector 650 M HDH із системою ЧПК Siemens Sinumetrik 828D.

Для обробки шпонкового паза застосуємо горизонтально-протяжний верстат мод. 7B57 та стандартну шпонкову протяжку.

Принцип концентрації переходів та операцій забезпечить отримання необхідних точності розмірів, форми і взаємного розміщення поверхонь. Режими різання за новою технологією необхідно скоригувати згідно до можливостей сучасних інструментів та верстатів.

					<i>БР.ПМ-050.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 1.4.3 Проектний варіант технологічного процесу обробки пів муфти

Щоб створити більш прогресивну технологію механічної обробки пів муфти, ґрунтуємось на таких основних даних:

- робоче креслення деталі і технічні умови на виготовлення;
- серійність виробництва;
- службове призначення деталі.

Метою проектування більш прогресивної технології є зниження затрат на обробку з одночасним підвищенням продуктивності та якості обробки.

Оскільки тип виробництва пів муфти – середньо серійний, конфігурація деталі нескладна, її габарити і маса невеликі, доцільно максимально застосувати принцип концентрації технологічних переходів та операцій. Цьому сприяють технологічні можливості сучасних верстатів.

Отже, пропоную обробку поверхонь обертання на пів муфті виконати на одному токарному верстаті з ЧПК моделі Matech MT 42 сnc з перевстановленням заготовки. Наявність фрезерного модуля дозволяє нам виконати свердління отвору і нарізання різьби після токарної обробки при базуванні і закріпленні заготовки по діаметру 109 мм і лівому (за кресленням) торцю. В якості пристрою застосуємо трикулачковий самоцентруючий патрон.

Обробку виїмок між торцьовими кулачками виконаємо на вертикальному фрезерно-свердлильному верстаті з ЧПК мод. Vector 650 M HDH. При цьому застосуємо пристрій з пневматичним приводом закріплення заготовки і базуванням її по центральному отвору і шпонковому пазу..

Застосування вибраних верстатів та збірних інструментів, оснащених твердосплавними пластинами, забезпечить підвищення продуктивності та точності обробки за рахунок мінімального числа перевстановлень деталі.

Зовнішній вигляд прийнятих верстатів показаний на рис. 1.6 – 1.7, а технічні характеристики – у табл. 1.7 – 1.8

					<i>БР.ПМ-050.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рис. 1.6 – Зовнішній вигляд токарно-фрезерного верстата

Таблиця 1.7 – Параметри токарно-фрезерного верстата

	Характеристика верстата	Числове значення		
1	Діаметр обробки над станиною, мм	360		
2	Діаметр над супортом, мм	160		
3	Відстань між центрами, мм	250		
4	Максимальна довжина, що обробляється, мм	250		
5	Максимальний діаметр, мм, що обробляється	160		
	Шпиндель			
6	Внутрішній діаметр шпинделя, мм	42		
7	Приєднувальний кінець шпинделя	A2-5		
8	Зовнішній діаметр шпинделя,	75		
9	Потужність електродвигуна головного руху та крутний момент, кВт/Нм	7,5/10		
10	Максимальні оберти, хв. <sup>-1</sup>	5000		
	Револьверна головка			
11	Кількість інструментів, шт	8		
12	Розмір інструменту, мм	20x20		
13	Розмір розточувального інструменту, мм	25		
14	Вибір інструмента	Реверсивний		
15	Час зміни інструменту (інструмент/інструмент), сек	0,3		
	<b>Вісь X</b>			
БР.ПМ-050.00.000 ПЗ				
Лист				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

16	Переміщення, мм	130+10
17	Швидкість швидкого ходу, м/хв	15
18	Сервопривід, кВт	1
19	Кут нахилу, град	30
20	Гвинтова пара, діам x крок	28 x 8
	<b>Вісь Z</b>	
21	Переміщення, мм	300
22	Швидкість швидкого ходу, м/хв	15
23	Сервопривід, кВт	1
24	Гвинтова пара, діам x крок	28 x 8
	<b>Задня бабка</b>	
	Діаметр пінолі, мм	53
	Переміщення пінолі, мм	100
	Конус пінолі	Морзе 4
	Переміщення задньої бабки, мм	200
	<b>Загальні</b>	
	Бак для охолоджуючої рідини, л	90
	Площа основи (Д x Ш), мм	2100 x 1450
	Маса верстата, кг	2200



Vector 1000 M с ЧПУ Siemens Sinumerik 828D

Рис.1.7 – Фрезерний верстат мод. Vector 650 M HDH

Таблиця 1.8 – Характеристики вертикального фрезерно-свердильного верстата Vector 650 M HDH

	Експлуатаційні параметри верстата	Числове значення
1	Параметри головного шпинделя	
	Максимальне число обертів шпинделя	10000 об/хв
	Конус шпинделя	SK 40
	Максимальний крутний момент	63,7 Нм
	Тип приводу шпинделя	Riemenantrieb
	Підшипник шпинделя	7012x4
2	Величина технологічного ходу по осях	
	X	520 мм
	Z	700 мм
3	Значення прискореного ходу	
	Вздовж осей X/Y	36 м/хв
	Вздовж осі Z	15 м/хв
4	Значення робочих подач	
	Робоча подача вздовж осі X	10000 мм/хв

Лист

БР.ПМ-050.00.000 ПЗ

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

	Робоча подача вздовж осі Y	10000 мм/хв
	Робоча подача вздовж осі Z	10000 мм/хв
5	Потужність двигуна головного руху	7.5 кВт
6	Габарити верстата	2,42x2,2x2,7 мм
	Маса верстата	4000 кг

Запропонований технологічний маршрут покажемо у і таблиці 1.9.

Технологічні ескізи обробки зображені на рис.1.8 – 1.11.

**Таблиця 1.9 – Структура проектного технологічного процесу**

№ операції	Обр. Поверхні деталі	Назва та зміст операції,	Верстат, пристрій, оснастка, операційний ескіз
005	1, 6, 8, 13	Токарна з ЧПК	Matech MT 42 CNC, трикулачковий патрон  Рис. 1.8, 1.9
		Установ 1	
		1. Точити торець 13 в розмір 132 мм 2. Обточити поверхню 6 до Ø109±12 мм 3. Точити фаску 1,0x45° 4. Розсвердлити отвір 1 до Ø47,0 мм 5. Розточити пов.21 до Ø70 мм 6. Розточити отвір 1 до Ø48H8 7. Розточити фаску 8 в розмір 1,0x45°	
		Установ 2	
		1. Точити поверхню 3 до Ø75 мм 2 Точити фаску 4 до 2,0x45° 3. Точити торець 7 в розмір 30 мм, 4. Точити фаску 16 до 3,0x45° 5. Розточити фаску 17 до 3,0x45° 6. Свердлити отвір Ø8,7 під різьбу напрохід 7. Нарізати різьбу M10-6g напрохід	

				Лист	
				БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

010	18	Горизонтально-протяжна	7Б57, втулка напрямна, рис. 1.10
		1.Протягнути шпонковий паз 14N9	
015	9, 10, 14, 15, 20, 22	Фрезерно-свердлильна з ЧПК	Vector 650 M HDH, пристрій з пневмозатиском, рис. 1.11
		1.Фрезерувати торцеві виїмки на глибину 20 мм	

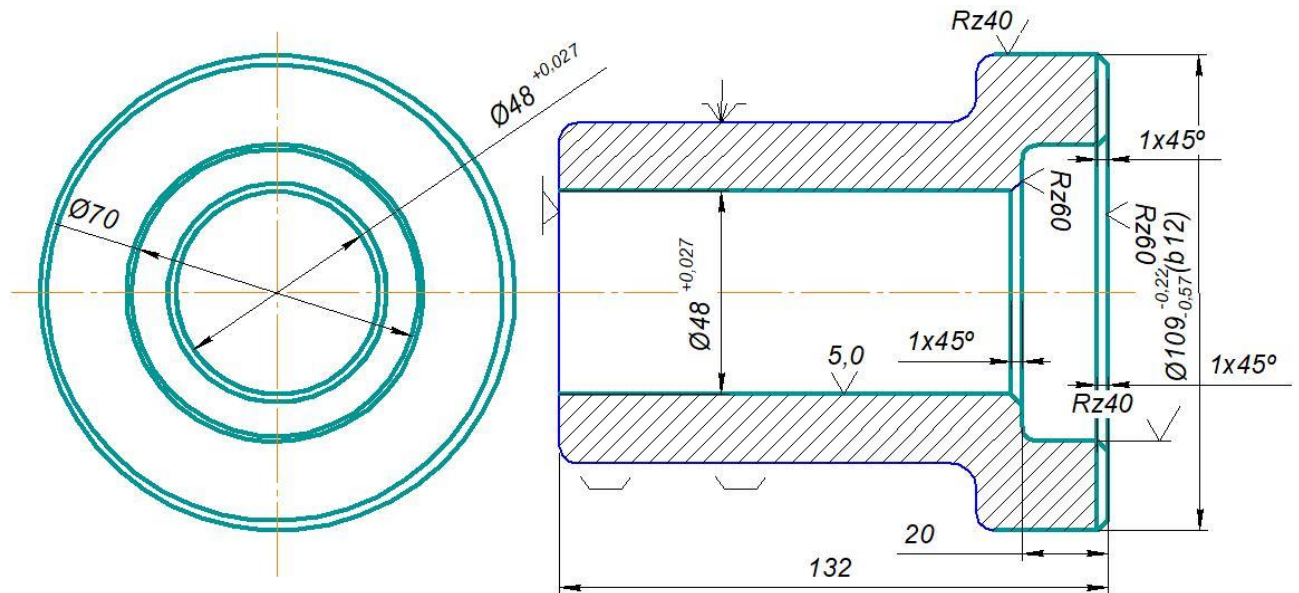


Рис. 1.8 – Технологічний ескіз обробки пів муфти, операція 005, установ 1

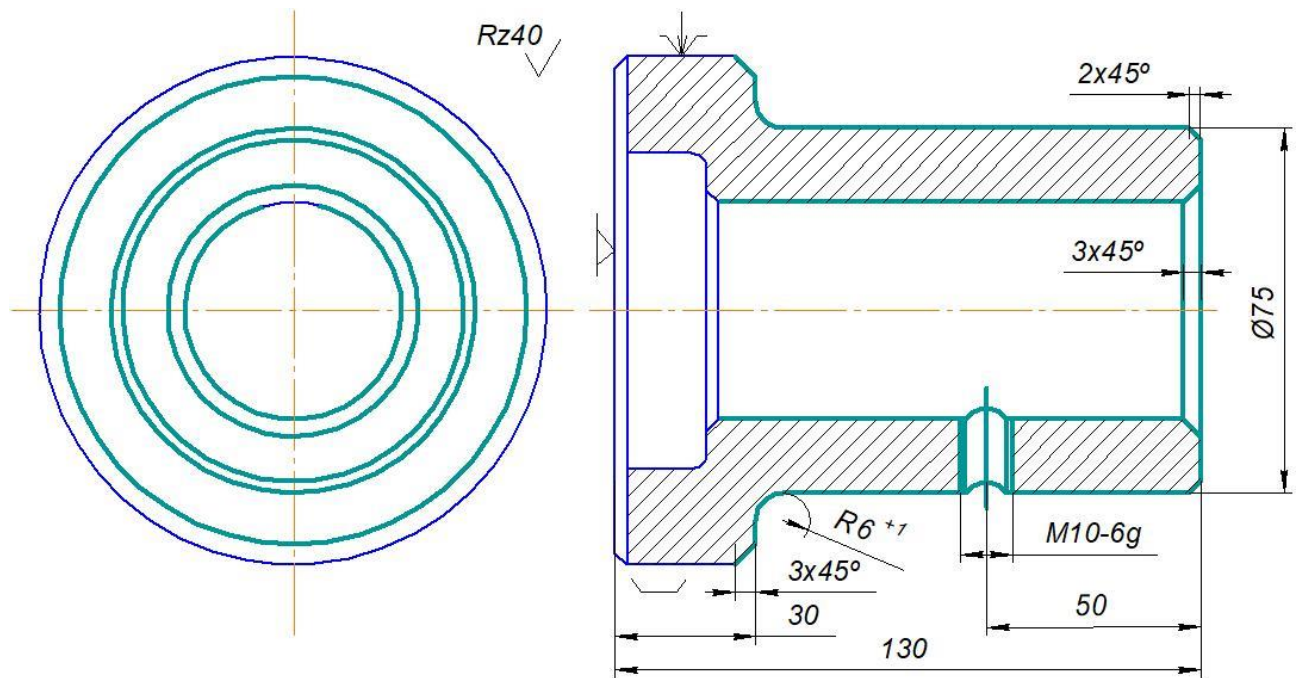


Рис. 1.9 – Технологічний ескіз обробки пів муфти, операція 005, установ 2

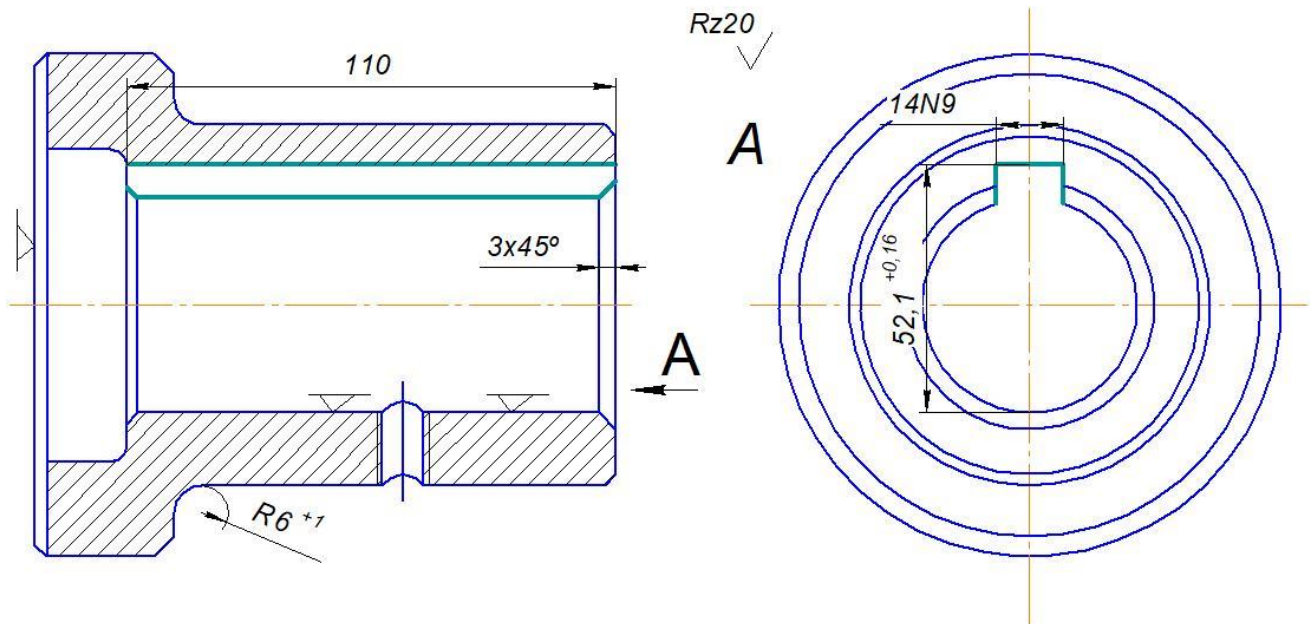


Рис. 1.10 – Технологічний ескіз обробки пів муфти, операція 010

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР.ПМ-050.00.000 ПЗ

Лист

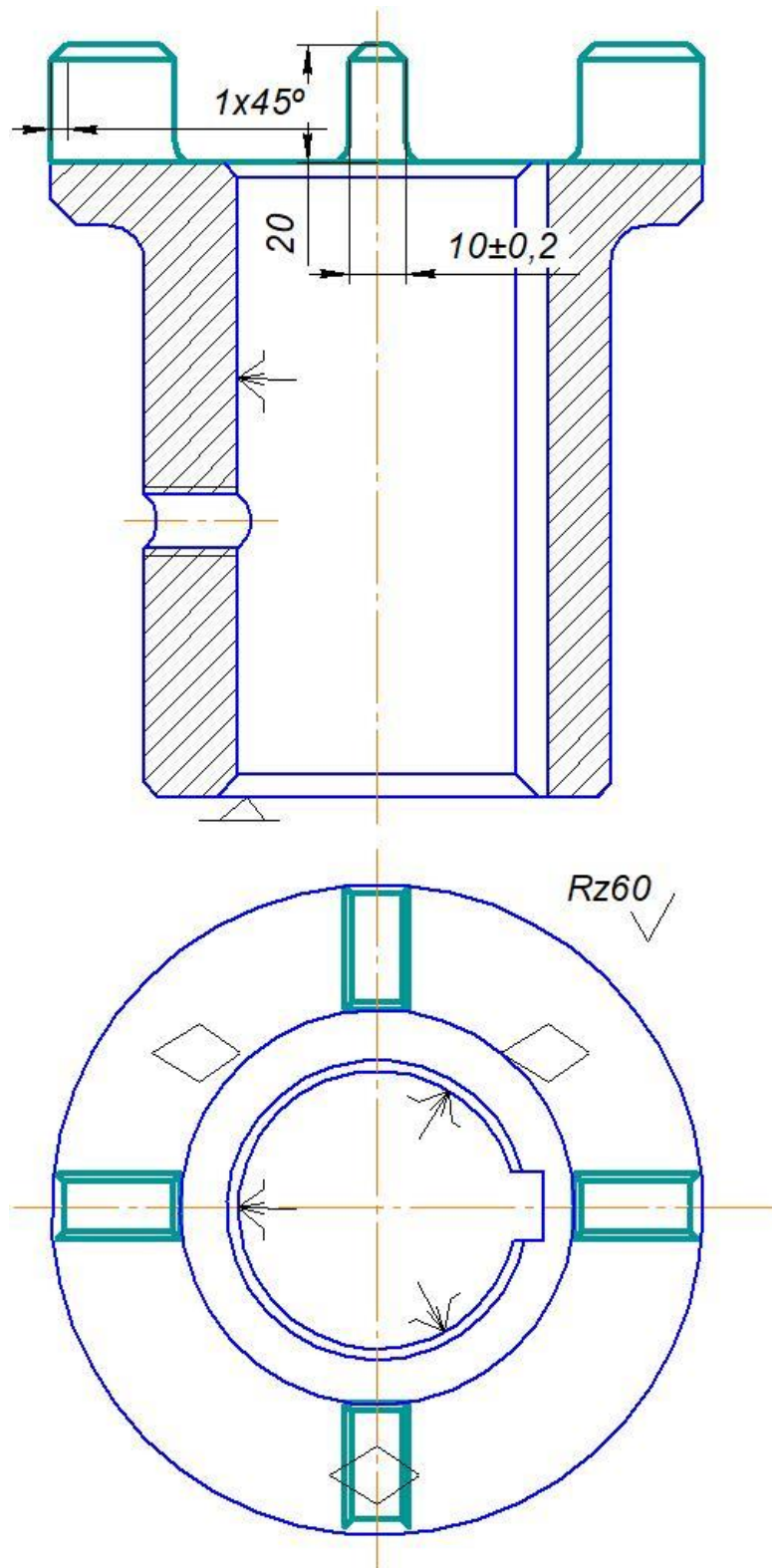


Рис. 1.11 – Технологічний ескіз обробки пів муфти, операція 015

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР.ПМ-050.00.000 ПЗ

Лист

## 1.5 Розробка операційної технології

### 1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Визначення операційних припусків аналітичним методом на розточування внутрішньої циліндричної поверхні півмуфти  $\text{Ø}48\text{H}7+^{0.027}$ .

Прийнятий технологічний маршрут обробки

1) Розточування чорнове IT12 [9, с. 11, табл.. 5]

2) Розточування чистове IT9 [9, с. 11, табл.. 5]

Для розрахунку припуску для обробки даної поверхні на операції 010 приймаємо як заготовку поверхню отвору  $\text{Ø}44,2_{-1,4}^{+0.8}$  після кування. Сумарне відхилення розміщення поверхні визначаємо як для литва. Це необхідно для призначення параметрів складових припуску на розточування.

Двосторонній мінімальний припуск при обробці:

$$2Z_{i_{\min}} = 2 \left[ (R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \text{ мкм,}$$

де  $R_{z_{i-1}}$  – висота мікронерівностей профілю на попередньому переході, мкм;

$h_{i-1}$  – глибина дефектного шару на попередньому переході, мкм;

$\rho_{0_{i-1}}$  – сумарне відхилення розміщення поверхні (від паралельності, перпендикулярності...);

$\varepsilon_i$  – похибка установки деталі на операції, мкм.

Маршрут обробки, дані для розрахунків та результати розрахунків заносимо в таблицю 1.11.

Визначимо складові, потрібні для визначення припуску:

- для заготовки (кованка):  $R_z + h = 750$  мкм ([9], табл.28, с. 190);
- для розсвердлювання:  $R_z = 40$ ,  $h = 30$
- для чорнового розточування:  $R_z = 20$  мкм,  $h = 20$  (табл.6, ст..182) ;
- для чистового розточування:  $R_z = 10$  мкм, (табл.6, ст..182);

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки такого типу визначиться за формулою:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{зм}}^2}$$

Короблення отвору треба врахувати в діаметральному і осьовому перерізі, тому

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Чорнове розточування

$$d_{p3} = 47,946 \text{ мм.}$$

Розсвердлювання

$$d_{p2} = 47,668 \text{ мм.}$$

Для заготовки

$$d_{p1} = 44,808 \text{ мм.}$$

Допуск після кожного переходу визначаємо за табл.6 [1]

Чистове розточування

$$\delta_3 = 27 \text{ мкм}$$

Чорнове розточування

$$\delta_2 = 62 \text{ мкм.}$$

Розсвердлювання

$$\delta_1 = 160 \text{ мкм}$$

Заготовка

$$\delta_3 = 2200 \text{ мкм.}$$

Мінімальні розміри на переходи визначаємо за формулою

$$d_{\min} = d_{\max} - \delta$$

на чистове розточування

$$d_{\min 3} = 48,027 - 0,025 = 48,002 \text{ мм мм}$$

на чорнове розточування

$$d_{\min 2} = 47,95 - 0,62 = 47,888 \text{ мм}$$

для розсвердлювання

$$d_{\min 1} = 47,67 - 0,160 = 47,51$$

для заготовки

$$d_{\min 0} = 44,81 - 2,2 = 42,608 \text{ мм}$$

Всі розраховані значення заносимо в табл. 1.7

					<i>БР.ПМ-050.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

**Таблиця 1.10 – Значення елементів припуску для отвору Ø48H7 +0,027**

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск Z <sub>Zmin</sub> , мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск δ, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мкм	
	Rz	T	Δ	ε				d <sub>min</sub>	d <sub>max</sub>	Z <sub>Zmin</sub>	Z <sub>Zmax</sub>
Заготовка	600		360		-	44,808	2200	42,608	44,81	-	
Розвертлювання	40	30	50	420	2860	47,668	160	47,51	47,67	2860	4900
Розточування: чорнове	20	20	2030	8026	278	47,9460	62	47,884	47,95	280	376
Розточування: чистове	10	-	-	6	81	48,027	25	48,002	8,027	77	118

Будуємо розрахункову схему припусків на поверхню отвору

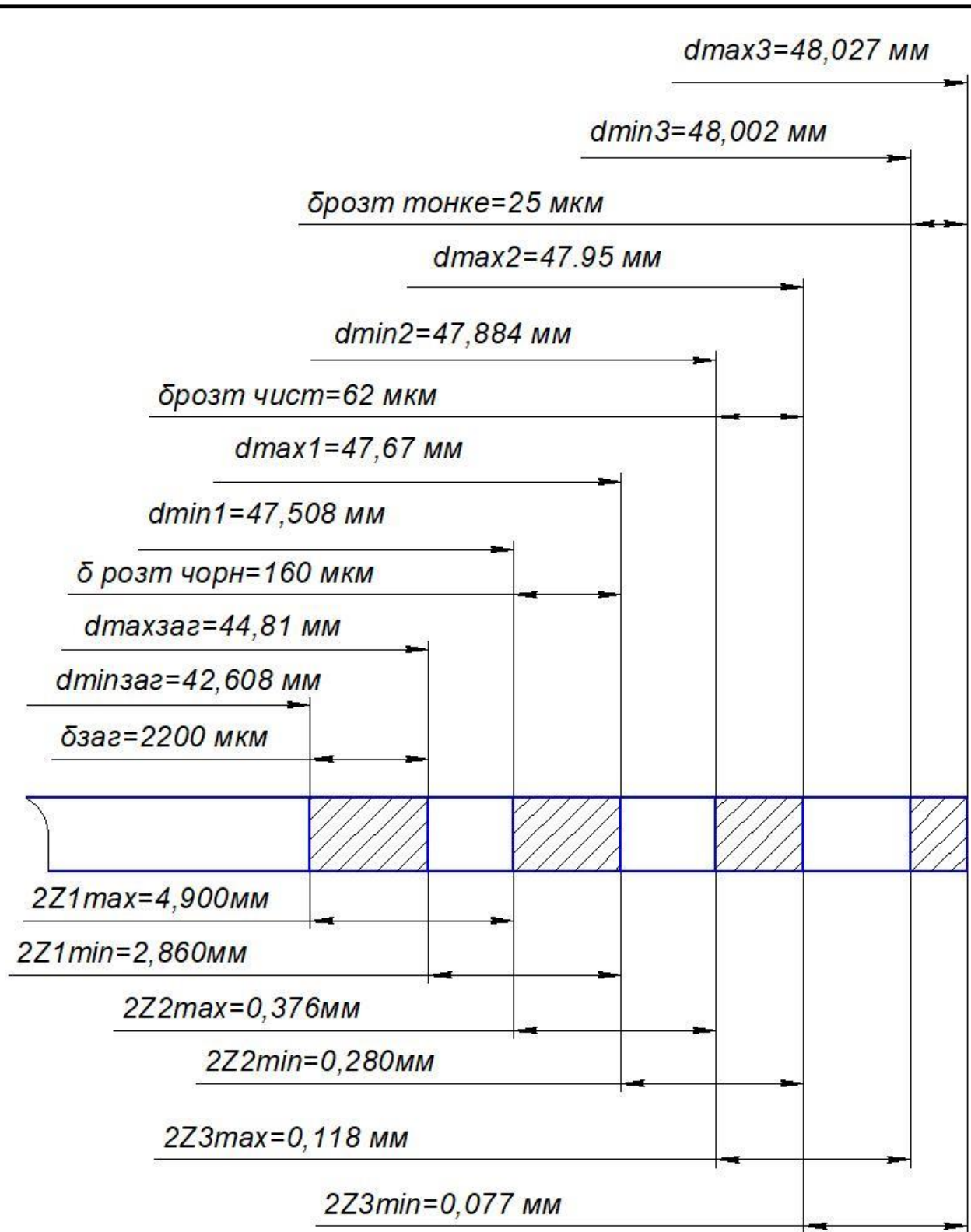


Рисунок 1.12 – Схема графічного розміщення припусків та допусків на обробку поверхні  $\text{Ø}48(\text{H}7)+0.027..$

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1.5.2 Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання виконується аналітичним (довідник [6]) та нормативним (довідник [4]) методами. Результати розрахунку зведені в таблицю 1.14.

Розрахунок основного часу виконується за формулою:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0}, \text{ хв ([4], табл. 1, с. 610, 611, 613),}$$

де величина робочого ходу фрези  $L = l + l_1 + l_2$ , мм;

де  $l$  – довжина обробки, мм;

$(l_1 + l_2)$  – значення перебігу та врізання інструменту (довідник [4]), мм;

$i$  – число проходів інструменту;

$n$  – частота обертання шпинделя,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$S_0$  – подача на оберт шпинделя.

Для верстатів, де визначається хвилинна подача, –  $S_x = n \cdot S_0$ , – застосовується в знаменнику.

**Розрахунок режимів різання аналітичним методом.**

**Операція 015.** Фрезерна з ЧПК.

Перехід – фрезерний.

Фрезерувати чотири виїмки на торці півмуфти глибиною 20 мм.

Верстат: Вертикальний фрезерно-свердлильний верстат з ЧПК мод. Vector 650 M HDH.

Потужність двигуна головного приводу  $N_{ос} = 7.5$  кВт.

ККД головного приводу  $\eta = 0,86$  ([1], с. 95).

Ефективна потужність на шпинделі  $N_e = N_{ос} \cdot \eta = 7.5 \cdot 0,86 = 6.45$  кВт.

Різальний інструмент: РКD-фреза кінцева Novex F4722 T28.Z04.20.32 D=32мм, оснащена напаяними твердосплавними пластинками.

Оброблюваний матеріал Сталь 45 ДСТУ 8920: 2019,  $\sigma_B=610$ МПа.

Діаметр фрези  $d = 32$  мм, шорсткість обробки Rz60 мкм.

Довжина проходу  $l = 40$  мм.

Довжина робочого ходу  $L = 72$  мм;  $i = 12$ .

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Режими різання.

Глибина різання  $t = 10,0$  мм.

Нормативна подача на один зуб фрези  $S_z = 0,06$  мм/зуб ([6]табл. 35, с. 284).

Подача на оберт шпинделя  $S_0 = S_z \cdot z$ , мм/об.

$$S_0 = 0,06 \cdot 3 = 0,18 \text{ мм/об, – уточнюється після визначення } n.$$

Швидкість різання розрахункова:

$$V_\delta = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^\delta \cdot t^x \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V, \text{ м/хв.}$$

Період стійкості інструменту  $T = 90$  хв (табл. 40, с. 290):

$$K_V = K_{M_V} \cdot K_{i_V} \cdot K_{L_V}.$$

Поправочний коефіцієнт на:

- оброблюваний матеріал  $K_{M_V} = 1,23$  (табл. 3, с. 262);
- на інструментальний матеріал  $K_{i_V} = 1,0$  (табл. 5, с. 263);
- на глибину фрезерування  $K_{L_V} = 0,7$  (табл. 6, с. 263).

$$K_V = 0,861.$$

Коефіцієнт і показники степенів (табл. 28, с. 278):

$$C_V = 234; q = 0,4; x = 0,24; y = 0,26; u = 0,1; m = 0,13,$$

$$V_p = \frac{145 \cdot 32^{0,44}}{100^{0,37} \cdot 0,06^{0,26} \cdot 10^{0,24} \cdot 32^{0,1} \cdot 3^{0,13}} \cdot 0,861 = 120,4 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 120,4}{\pi \cdot 32} = 1183,4 \text{ хв}^{-1};$$

Хвилинна подача  $S_x = S_0 \cdot n = 0,18 \cdot 1183 = 218,6$  мм/хв.

Оскільки швидкості різання, як і значення подач, встановлюються на верстаті безступінчасто, то приймаємо розраховані швидкість різання та подачу.

$$T_0 = \frac{72 \cdot 12}{1183 \cdot 0,18} = 4,057 \text{ хв.}$$

Тангенційна сила і крутний момент на шпинделі рівні відповідно:

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{M_p}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР.ПМ-050.00.000 ПЗ				

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}$$

$$K_p = \left( \frac{\sigma}{750} \right)^n = \left( \frac{610}{750} \right)^{0,3} = 0,94; \text{ де } n = 0,3 \text{ (табл. 9, с. 264).}$$

Коефіцієнти і показники степенів (табл. 41, с. 291):

$$C_p = 12,5; x = 0,850; y = 0,75; u = 1,0; q = 0,73; w = -0,13,$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 10^{0,85} \cdot 0,06^{0,75} \cdot 32^{1,0} \cdot 3}{32^{0,73} \cdot 1183^{-0,13}} \cdot 0,94 = 1909 \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = \frac{1909 \cdot 32}{2 \cdot 1000} = 30,55 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Потужність різання:

$$N_{різ} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1909 \cdot 120,4}{1020 \cdot 60} = 3,75 \text{ кВт,}$$

$$N_{різ} = 3,75 \text{ кВт} < N_e = 4,675 \text{ кВт.}$$

Верстат за потужністю працездатний.

Прийняті режими різання:

$$t = 10,0 \text{ мм; } S_z = 0,06 \text{ мм/зуб; } T = 100 \text{ хв; } n = 1183 \text{ хв}^{-1}.$$

$$V = 120,4 \text{ м/хв; } N_{різ} = 3,75 \text{ кВт; } M_{кр} = 30,55 \text{ Нм; } P_z = 1909 \text{ Н; } T_0 = 4,057 \text{ хв.}$$

**Операція 005.** Токарно-фрезерна з ЧПК.

Верстат токарно-фрезерний з ЧПК-Matech МТ 42 сnc.

Потужність головного двигуна верстата  $N_{дв} = 7,5$  кВт.

Коефіцієнт корисної дії приводу  $\eta = 0,8$  ([1], с. 95).

Ефективна потужність на шпинделі верстату  $N_e = N_{дв} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,8 = 6,0$  кВт.

Оброблюваний матеріал Сталь 45 ГОСТ 977–88, границя міцності  $\sigma_B = 610 \text{ МПа}$ .

Оброблювана поверхня – зовнішня циліндрична  $\varnothing 75$  мм.

Різальний інструмент: різець токарний з механічним кріпленням пластинки 2130-0255 T15K6 ДСТУ 1934-82.

геометричні параметри інструменту геометричні параметри:  $\varphi = 45^\circ$ ;  $\gamma = 0$ ;  $\lambda = 5^\circ$ ;  $\alpha = 12^\circ$ ;  $l = 40 \text{ мм}$ ;  $b \times h = 10 \times 10 \text{ мм}$ ;  $r = 1 \text{ мм}$ ;

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Режими різання.

Глибина різання  $t = 0,32$  мм.

Подача  $S_o = 0,18$  мм/об ([12], К18, с. 63).

Швидкість різання розрахункова:

$$V_p = \frac{C_v}{T^m \cdot S_z^y \cdot t^x} \cdot K_v$$

Де  $C_v = 292$ ,  $x = 0.15$ ,  $y = 0,20$ ,  $m = 0,20$

$K_{\mu v} =$

$$K_{\mu v} = \left(\frac{750}{\sigma}\right)^n = \left(\frac{750}{610}\right)^{0,3} = 1.064$$

$K_v = 1.0$ ,  $K_r = 1.05$

$$V_p = \frac{292}{80^{0,2} \cdot 0,18^{0,15} \cdot 0,32^{0,2}} \cdot 1.064 = 185.6 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя розрахункова:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 186}{\pi \cdot 75} = 798 \text{ хв}^{-1};$$

Основний час:

$$T_0 = \frac{108,5 + 2,5}{0,18 \cdot 798} = 0,773 \text{ хв.}$$

Тангенційну силу визначимо за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$C_p = 384$ ,  $x = 0,9$ ,  $y = 0,9$ ,  $n = -0,15$

$$K_{\mu p} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856$$

$K_{\phi p} = 0,75$

$K_{\gamma p} = 1,0$

$K_{\lambda p} = 0,8$  табл.23 с.275,

$K_p = 0,6$

$$P_z = 10 \cdot 384 \cdot 0,32^{1,0} \cdot 0,18^{0,75} \cdot 540^{-0,15} \cdot 0,6 = 79,4 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{79,4 \cdot 186}{1020 \cdot 60} = 0,24$$

**Перехід:** Свердління наскрізного отвору отвору  $\varnothing 8,7$  мм під різьбу М10.

Вибираємо свердло фірми Walter серії X-treme C1, типорозмір A3382XPL-8.7

(двохкромкове, оснащене в'язною пластинкою твердого сплаву, праве)

Лист

БР.ПМ-050.00.000 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Швидкість різання визначимо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv} = 1,23 \cdot 1,0 \cdot 1,4 = 1,72$$

$$V = \frac{7 \cdot 8,7^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 0,18^{0,7}} \cdot 1,72 = 48,3 \text{ м / хв}$$

$S = 0.18 \text{ мм/}$ ,  $C_v = 9.8$ ,  $q = 0.40$ ,  $e = 0.50$ ,  $m = 0.20$

$$V = \frac{7 \cdot 8,7^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 0,18^{0,5}} \cdot 1,72 = 48,32 \text{ м / хв}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 48,32}{3,14 \cdot 8,7} = 1768 \text{ об/хв}$$

Визначимо крутний момент при свердлінні за формулою:

$$M = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_m = 10 \cdot 0,012 \cdot 8,7^{2,2} \cdot 0,18^{0,8} \cdot 0,83 = 2,95 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$C_m = 0,012$ ,  $q = 2,2$ ,  $y = 0,8$  табл. 32 с.281, т2

Осьова сила при свердлінні за формулою

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_m = 10 \cdot 42 \cdot 8,7^{1,0} \cdot 0,18^{0,7} \cdot 0,83 = 758,2 \text{ Н}$$

$C_p = 42$ ,  $q = 1,2$ ,  $y = 0,75$  табл. 32 с.281, т2

Потужність різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{M_z \cdot n}{9750} = \frac{295 \cdot 1768}{1020 \cdot 60} = 0,85 \text{ кВт}$$

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1.6 Розробка керуючих програм на токарну та фрезерну операції з ЧПК

Операція 005. Установ 1- підрізання торця, зовнішнє та внутрішнє точіння:

G54 G40 G99

G28 U0;

G28 W0;

T0101(MWLN R 25 30 P08T);

G50 S900;

G96 S100 M03;

G0 Z0 X116;

M08;

Операція 005. Установ 2 – зовнішнє точіння, розточування, точіння торця, свердління бокового отвору і нарізання різьби:

G1 X64 F0.15;

M09;

G28 W0 U0;

T0202(S 50 W MWLN R 08);

G0 Z1 X104.7;

M08;

G1 Z-1.1 X108.7 F0.2;

G1 Z-31 F0.2;

M09;

M05;

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

G28 U0 W0;

T0303(№B3216.F20.47.702.60R.);

G97 S1000 M03

G0 Z2 X0;

M08;

G40 G54 G99

G28 U0

G28 W0

T0101

M35

G97 S1000 M63 75 48

G0 Z-50 X77

M08

G1 X45 F0.15

G1 X77 F0.5

M09

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

M65

G28 U0 W0

T0202

G97 S80 M63

G1 Z-50 X77

M08

G1 X45 F1.5

M65

G97 S50 M64

G1 X77 F1.5

M65

M36

M09

G28 U0 W0

M30

					<i>БР.ПМ-050.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

%

Операція 015. Перехід 1 – Фрезерування торцевих виїмок

G1 Z-132.5 F0.1;

G0 Z2;

M09;

M05;

G28 U0 W0;

M30;

%

					<i>БР.ПМ-050.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2. Конструкторська частина..

### 2.1 Пристрій для вертикального фрезерного верстата з ЧПК

#### 2.1.1 Призначення, конструкція та опис роботи пристрою

Пристрій призначений для встановлення і закріплення півмуфти при фрезеруванні виїмок на фрезерно-свердлильному верстаті з ЧПК моделі VECTOR 650 M HDH.

Конструкція пристрою зображена на четвертому аркуші графічної частини роботи.

Основою пристрою є плита 1, яка встановлюється на столі верстата і базується в пазах шпонкою 20 з посадкою H8/g9. До плити болтами 18 кріпиться пневмоциліндр. Останній складається з нижньої 2 та верхньої 4 кришок, між якими знаходиться власне циліндр 3. Ці деталі з'єднані між собою болтами 18. Герметичність з'єднань забезпечується ущільнюючими кільцями 10. У циліндрі рухається поршень 5 із штоком 6, поршень фіксується спеціальною розрізною гайкою 7 і гвинтом 8. Герметичність у з'єднаннях забезпечується манжетами 9, 11 і 12.

Під'єднання штуцерів повітропроводів до порожнин пневмоциліндра виконується завдяки отворах з конічною різьбою у верхній 4 та нижній 2 кришках.

До верхньої кришки пневмоциліндра чотирма болтами 19 монтується цанга 13 з чотирма пелюстками. В одній з пелюсток вставлена шпонка 17 для базування заготовки в горизонтальній площині.

На штоці над циліндричним уступом насаджений розтискний конус 14 і зафіксований гайкою 15 з пружинною шайбою 16.

Працює пристрій таким чином. За допомогою пневморозподільника ( на кресленні не показаний) спрямовують повітря у нижню порожнину пневмоциліндра і підіймають шток. При цьому конус рухається вгору і пелюстки цанги сходяться у неробоче положення. Після очищення посадочних поверхонь пристрою на цангу насаджують заготовку пів муфти, базуючи її по циліндричній поверхні отвору 48 мм, нижньому торцю і шпонковому пазу.

Подають стиснене повітря у верхню порожнину пневмоциліндра. При цьому поршень з штоком рухається вниз, а конус 14 розтискає пелюстки цанги, які

					<i>БР.ПМ-050.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

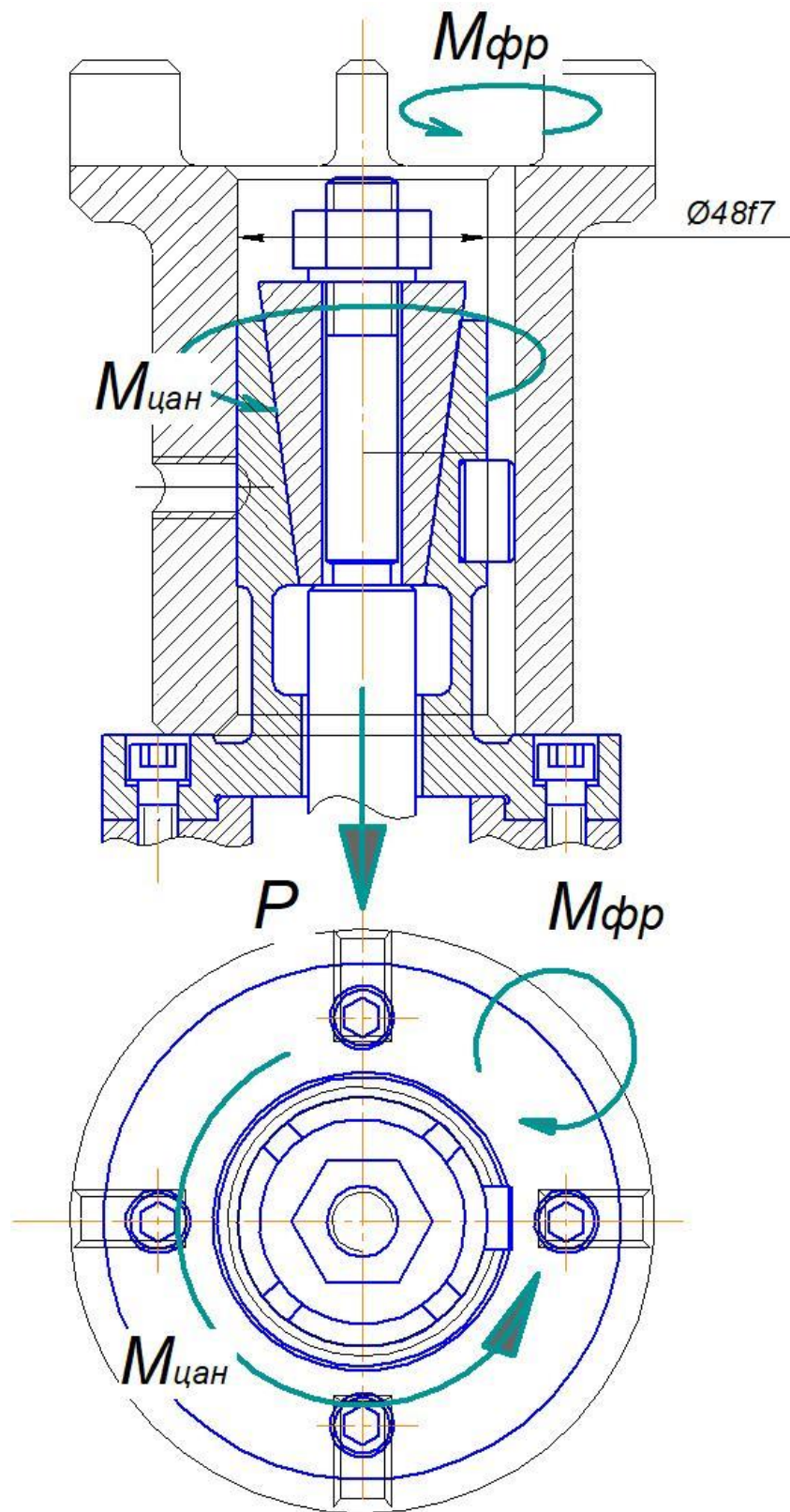
затискають заготовку. Після виконання фрезерного переходу повторюють описані дії та знову виконують обробку.

### 2.1.2 Розрахунок пневмоприводу пристрою

Проаналізуємо силові фактори, що виникають у процесі обробки деталі на пристрої. Під час свердління отворів та фрезерування западин на деталь діють осьова сила вертикально вниз та крутний момент від свердла або фрези у горизонтальній площині. Таким чином, нам треба усунути повертання заготовки крутним моментом, оскільки осьова сила притискатиме деталь до установчих поверхонь пристрою. Силовий розрахунок полягає у визначенні результуючого моменту тертя від сил затиску важелями, і, в кінцевому результаті, діаметра пневмоциліндра.

Розробимо розрахункову схему пристрою із вказанням потрібних сил та моментів. Осьові складові сили різання при фрезеруванні не беремо до уваги з причини їхньої незначної величини. Окрім того, вони спрямовані так, щоб притискати заготовку до установчого торця пристрою.

					<i>БР.ПМ-050.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



**Рис. 2.1 - Розрахункова схема фрезерного пристрою**

Метою розрахунку є визначення потрібного значення тягового зусилля на штоці пневмоциліндра, що втягує конус і створює розтискання пелюсток. При закріпленні заготовки пів муфти. Зобразимо всі сили та моменти, які діють на заготовку під час обробки, як зображено на рисунку 2.1.

З схеми дії сил видно, що на деталь діє момент сил різання від кінцевої

					Лист
					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

твердосплавної фрези діаметром 32 мм. При обробці потрібно утримати заготовку від провертання на цанговій оправці. Для цього необхідно створити момент тертя по поверхні отвору у пів муфті Ø48 мм. Це робиться втягуванням розтискного конуса через шток. Для цього призначений пневмоциліндр. Вихідними даними є:

- крутний момент від фрези  $M_{фр}=30,55$  Нм (з попередніх розрахунків режимів різання);
- коефіцієнт тертя між поверхнями заготовки і цанги  $f = 0,25$ ;
- товщина пелюстки цанги у найтоншому перерізі  $S = 4$  мм,
- кут нахилу поверхонь цанги  $\alpha - 15^\circ$ ;
- кут тертя між цангою і заготовкою  $\varphi = 8,5^\circ$ ;
- діаметральний зазор між поверхнями цанги і заготовки  $\delta = 0,08$  мм;
- довжина контактної поверхні цанги  $L = 32$  мм;
- зусилля, що зсуває заготовку вздовж осі,  $q = 0$ ;
- діаметр затискної поверхні цанги і заготовки  $D = 48$  мм;
- тиск у пневмомережі  $p = 0,4$  МПа.

Коефіцієнт запасу приймаємо  $k = 1,5$ .

Вихідне рівняння рівноваги можемо записати таким чином:

$M_{фрез} \cdot K = \sum M_T$ , де  $M_T$  – момент тертя при контакті пелюсток цанги з поверхнею отвору у заготовці.

Рівняння для визначення осьової сили  $Q$  на штоці тягового пристрою (штоці пневмоциліндра) буде таким:

$$P_{шц} = k \times (Q + Q^1) \times \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi\right).$$

Зусилля, необхідне для розтискання пелюсток цанги до контакту із заготовкою, буде рівним:

$$Q^1 = 2000 \times \frac{\delta \cdot D^2 \cdot S}{L^3} = 2000 \times \frac{3 \cdot 0,08 \cdot 48^3 \cdot 4}{32^3} = 2160 \text{ Н}.$$

Зусилля, потрібне для протидії моменту різання при фрезеруванні, визначемо за формулою:

$$Q = \frac{\sqrt{\frac{M^2}{r^2} + q^2}}{f} = \frac{\sqrt{\frac{30,55^2}{24^2} + 0^2}}{0,25} = 1273 \text{ Н}.$$

					<i>БР.ПМ-050.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В кінцевому результаті осьова сила на штоці буде рівна

$$P_{\text{ш}} = 1,5 \times (1273 + 2160^1) \times \operatorname{tg}\left(\frac{15}{2} + 8,5\right) = 1478,7 \text{ Н}.$$

Тягове зусилля на штоці пневмоциліндра буде рівне

$$Q = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta,$$

Де  $d = 0,038$  м – діаметр штока,

$p = 6300$  Па – тиск в пневмомережі,

$\eta = 0,9$  – к.к.д. пневмоциліндра.

$$D = \sqrt{\frac{P}{0,785 \cdot p \cdot \eta} + d^2} = \sqrt{\frac{1478,7}{0,785 \cdot 6300 \cdot 0,9} + 0,038^2} = 0,073 \text{ м}.$$

Прийmemo діаметр рівним 100 мм.

Тоді дійсна сила на штоці циліндра буде рівна

$$Q = 0,785 \cdot (0,10^2 - 0,04^2) \cdot 0,63 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 3912 \text{ Н}$$

Для даної сили затиску при подачі стиснутого повітря  $p = 0,4$  МПа в штокову порожнину з стандартного ряду згідно [2] с.91, табл. 17 вибираємо пневмоциліндр двохсторонньої дії з діаметром поршня  $D = 100$ мм, діаметром штока  $d = 40$  мм, довжина робочого ходу поршня  $L = 30$ мм.

### 2.1.3 Розрахунок на міцність найбільш навантажених та рухомих елементів пристрою

В спроектованому пристрої “слабкою ланкою” є кільцева проточка перед різьбою M14x1,5 на верхньому кінці штока, яка працює на розрив (дивись креслення верстатного пристрою).

Умова міцності на розрив:

$$\sigma < [\sigma_{\text{в}}],$$

де:  $[\sigma_{\text{в}}]$  – допустиме напруження на розрив.

Матеріал штока – Сталь 45 ДСТУ 8920: 2019

допустиме напруження на розтяг  $G_p = 610$  МПа;

$$\sigma = \frac{P}{F} = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 3912}{3,14 \cdot 12,5^2} = 31,9 \text{ МПа};$$

В даному випадку  $\sigma_p \leq [\sigma_p]$  ( $86,4 < 312$ ), отже умова міцності на розтяг витримується.

					<i>БР.ПМ-050.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Висновок

В бакалаврській роботі я проаналізував існуючу технологію обробки деталі “ Півмуфта ЦЗ-09.02.001” та виявив основні недоліки для умов середньо серійного виробництва.

Розробив новий, на мою думку, більш прогресивний технологічний процес обробки деталі з використанням токарного, протяжного та фрезерно-свердлильного верстатів з ЧПК.

Написав керуючі програми на токарну та фрезерну обробки деталі.

Для фрезерної операції операції розробив верстатний пристрій на базі розтискної цанги з пневмоприводом.

Сподіваюсь, моя робота буде корисною для впровадження на машинобудівному підприємстві.

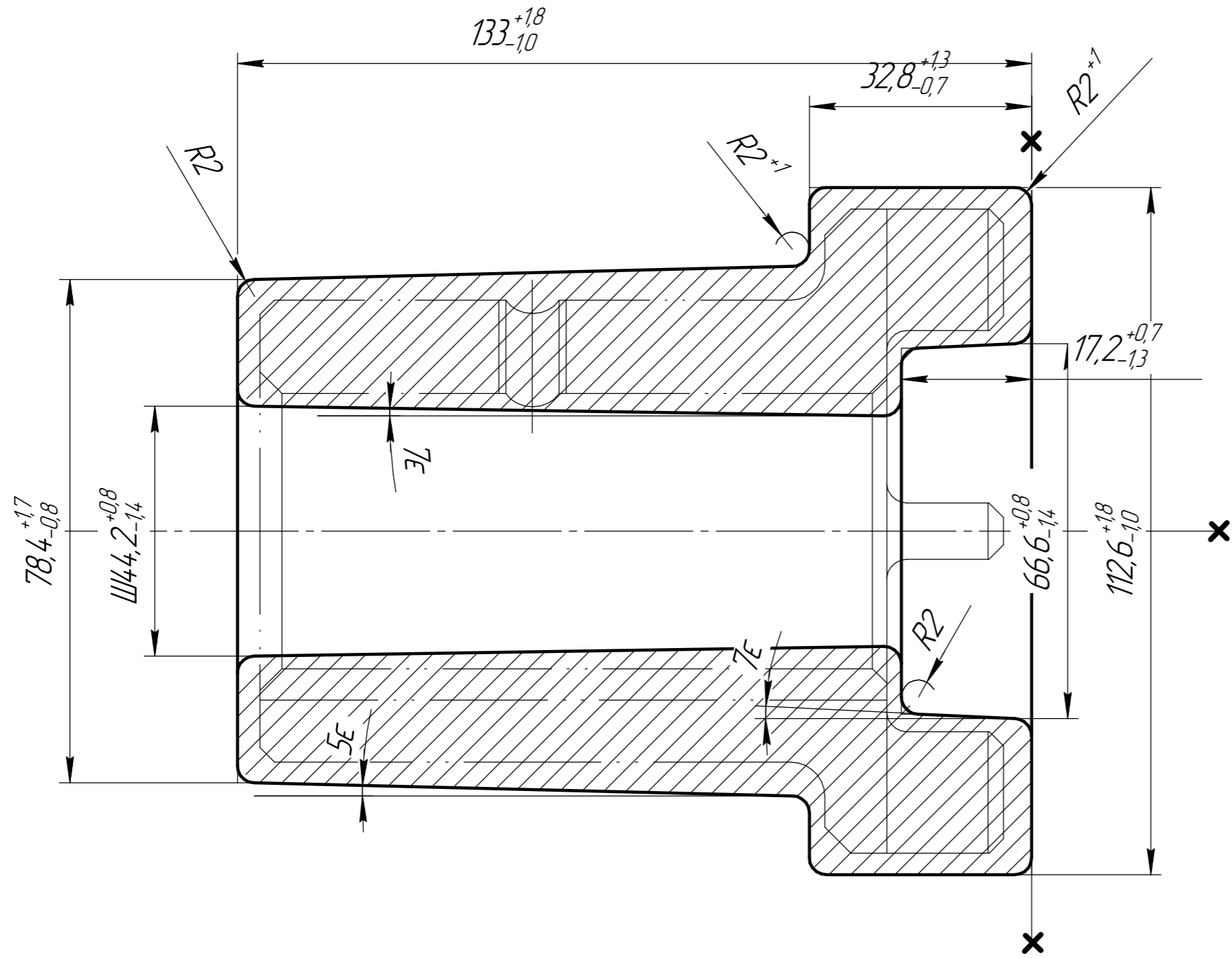
					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Перелік літературних джерел

1. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Брюкало В.В., Одосій З.М. Бакалаврська робота: Методичні вказівки. Для студентів спеціальності 131 – «Прикладна механіка» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр». Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Технологія машинобудування” для спеціальності 7.090202 - технологія машинобудування МВ 02070855-701-2000
3. Руденко П.О.Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: - Навчальний посібник. – К., Вища школа, 1993. – 414 с.
4. Сторож Б.Д., Карпик Р.Т. Розрахунок пристроїв на точність: навч. Посібник/Під ред.. Карпика Р.Т. - Івано-Франківськ: «Факел», 1999. 216 с., іл..
5. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С.С. Добрянський, Ю.М.Малафеев; КПІ ім.. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
6. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування:навчальний посібник / С.Г.Бондаренко. – Львів : Магнолія 2006,2007. – 500 с.
7. Григурко І.О. Технологія машинобудування :дипломне проектування :навчальний посібник для студ. Вищ. Навч. Закл./ І.О. Григурко, М.Ф.Брендуля, С.М.Доценко. – Львів : Новий світ - - 2000, 2007. – 768 с.
8. Паливода Ю.Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.
9. Рудь В.Д. Курсове проектування з технології машинобудування: Навчальний посібник. – Київ: ІСДО, 1996. – 300 с.

					БР.ПМ-050.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

БР.ПМ-050.02.000



- Обладнання для виготовлення кованки - горизонтально-кувальна машина (ГКМ)
- Клас точності кованки - II

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дюрл.

Взам. инд. №

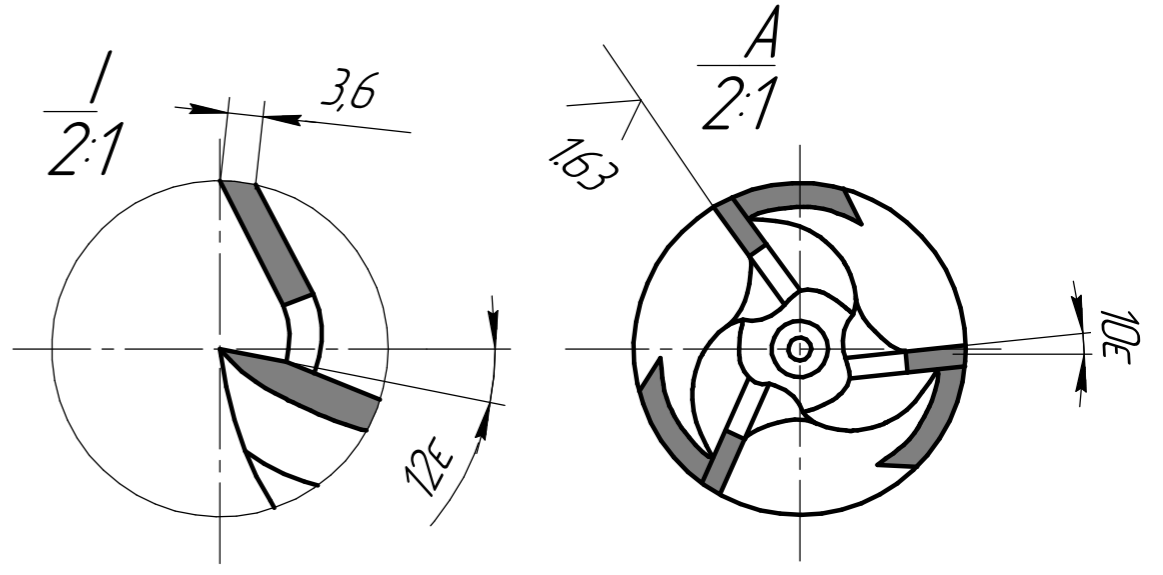
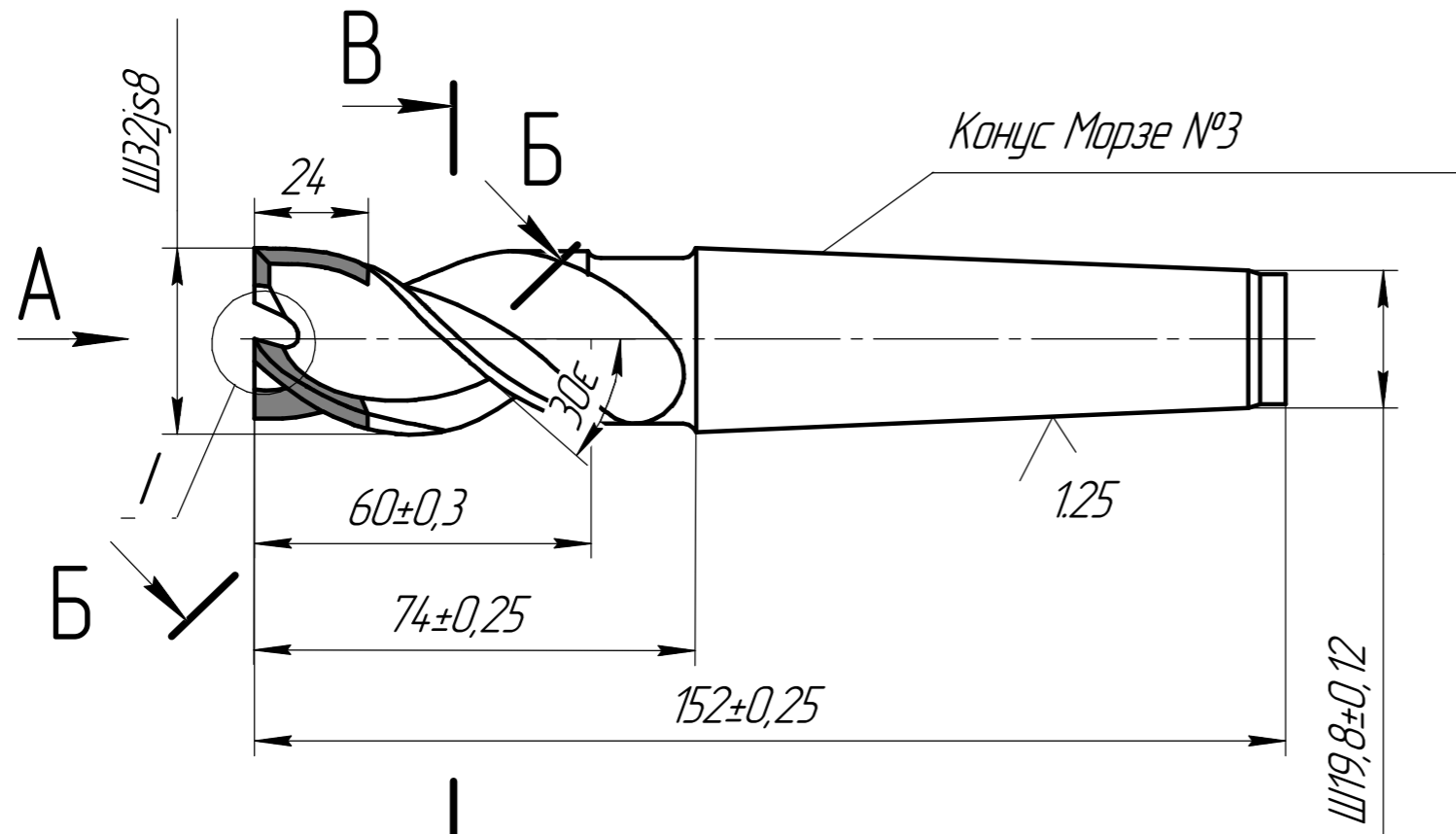
Подп. и дата

Инд. № подл.

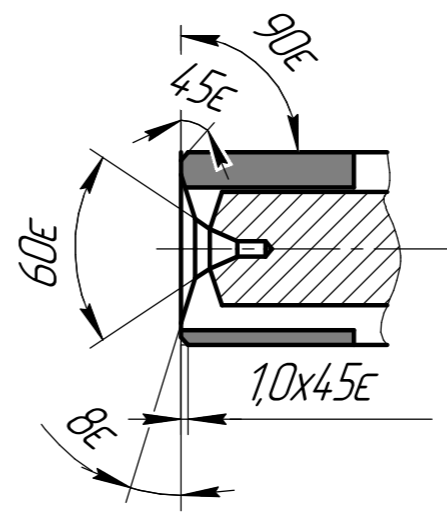
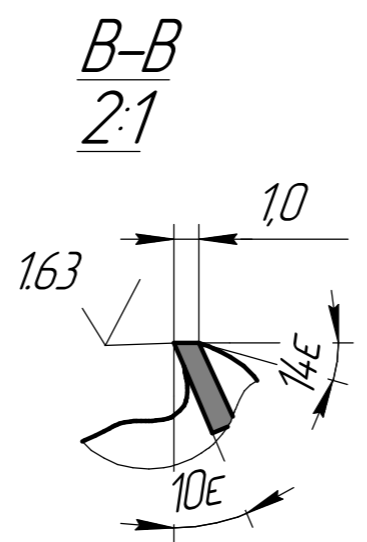
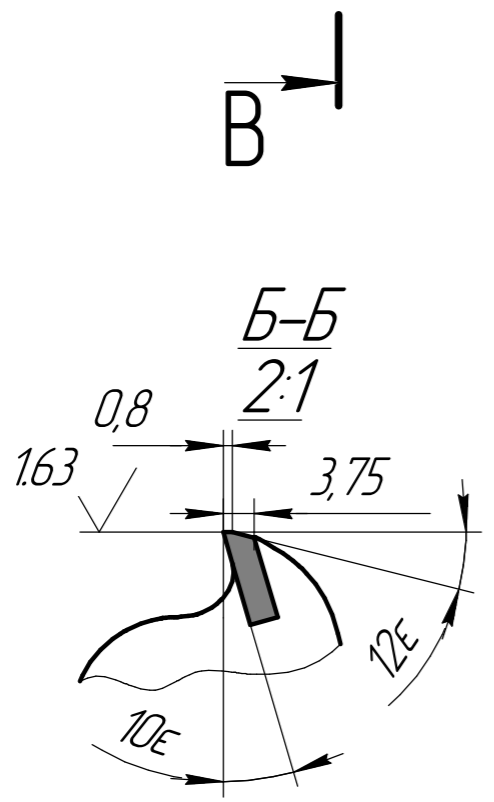
				<b>БР.ПМ-050.02.000</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Кованка півмуфта и ЦЗ-09.02.001</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Федасюк О.В.						1:1
Проб.		Борущак Л.О.				Лист	Листов	1
Т.контр.		Борущак Л.О.						
И.контр.		Борущак Л.О.			<b>Сталь 45 ДСТУ 8920: 2019</b>			
Утв.		Панчук В.Г.			<b>ІФНТУНГ ПМ-21-1</b>			
<i>Копировал</i>						<i>Формат А3</i>		

БР.ПМ-050.09.000

Ra2,5 ✓ (✓)



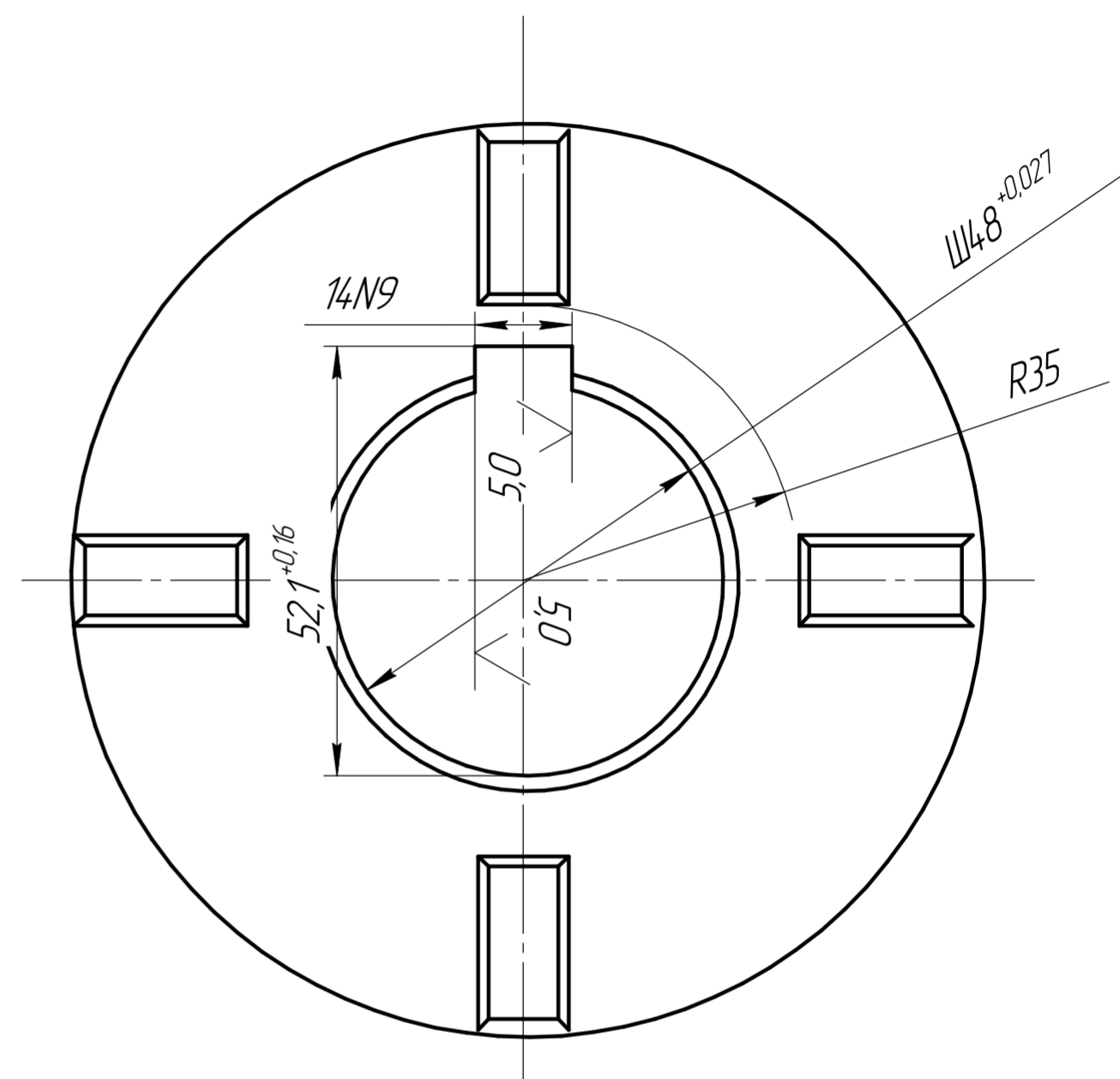
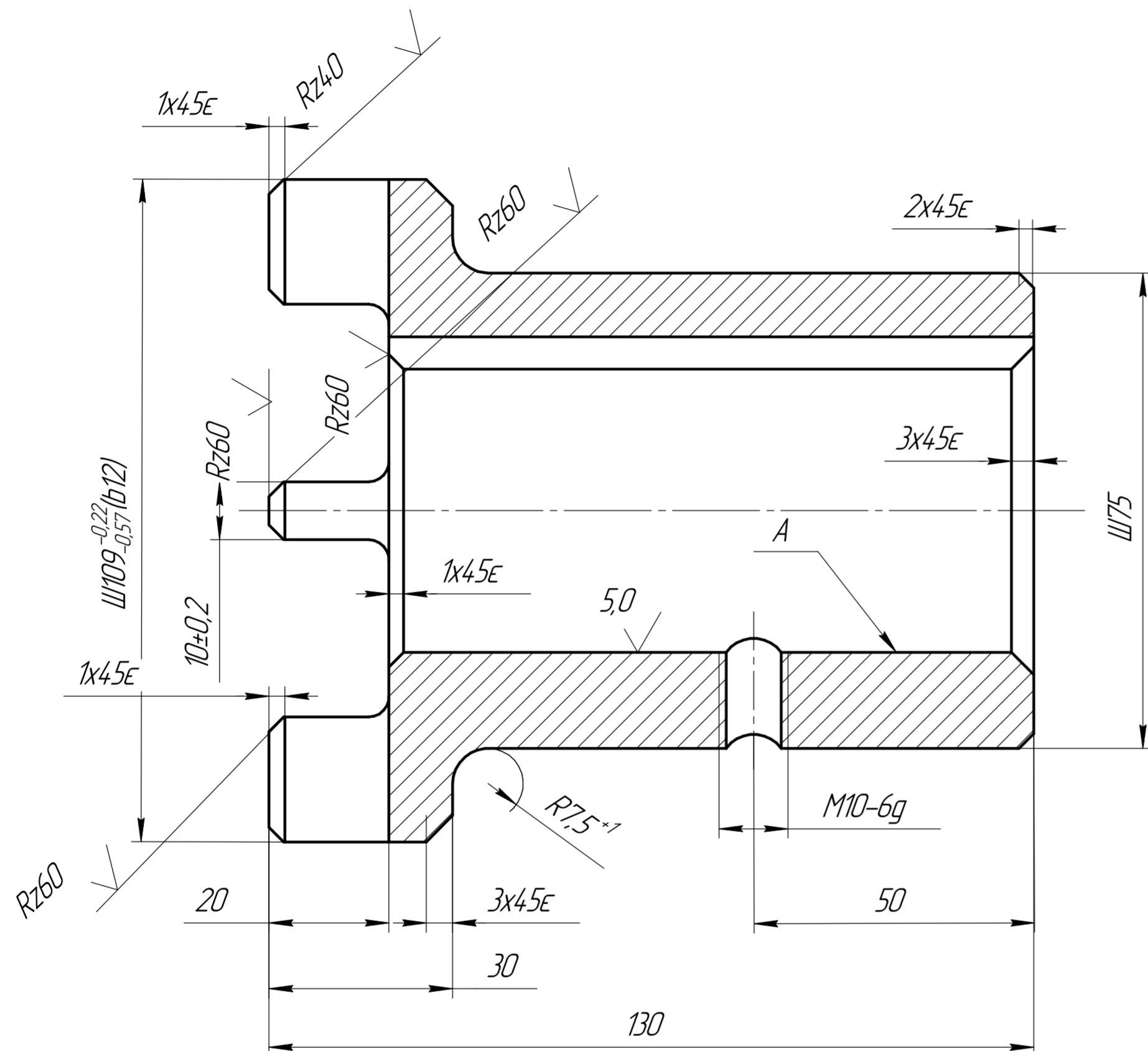
1. Невказані граничні відхилення розмірів: діаметрів по H10, h10, решта Js10
2. Невказані радіуси скруглень 2,4 мм
3. Пластины твердого сплаву марки NC 3030 ст. ISO M25
4. Твердість хвостовика HRC 45...50
5. Матеріал хвостовика сталь 45X



Перв. примен.	
Справ. №	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

				<b>БР.ПМ-050.09.000</b>				
Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	<b>Фреза кінцева напайна спеціальна</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Федасюк О.В.						1:1
Проб.		Борцук Л.О.				Лист	Листов	1
Т.контр.		Борцук Л.О.				Пластины-твердый сплав NC 3030 корпус -сталь 40ХДСТУ 8923: 2019		
Н.контр.		Борцук Л.О.			ІФНТУНГ			
Утв.		Панчук В.Г.			ПМ-21-1			
Копировал						Формат А3		

Rz40  $\sqrt{\quad} (\sqrt{\quad})$



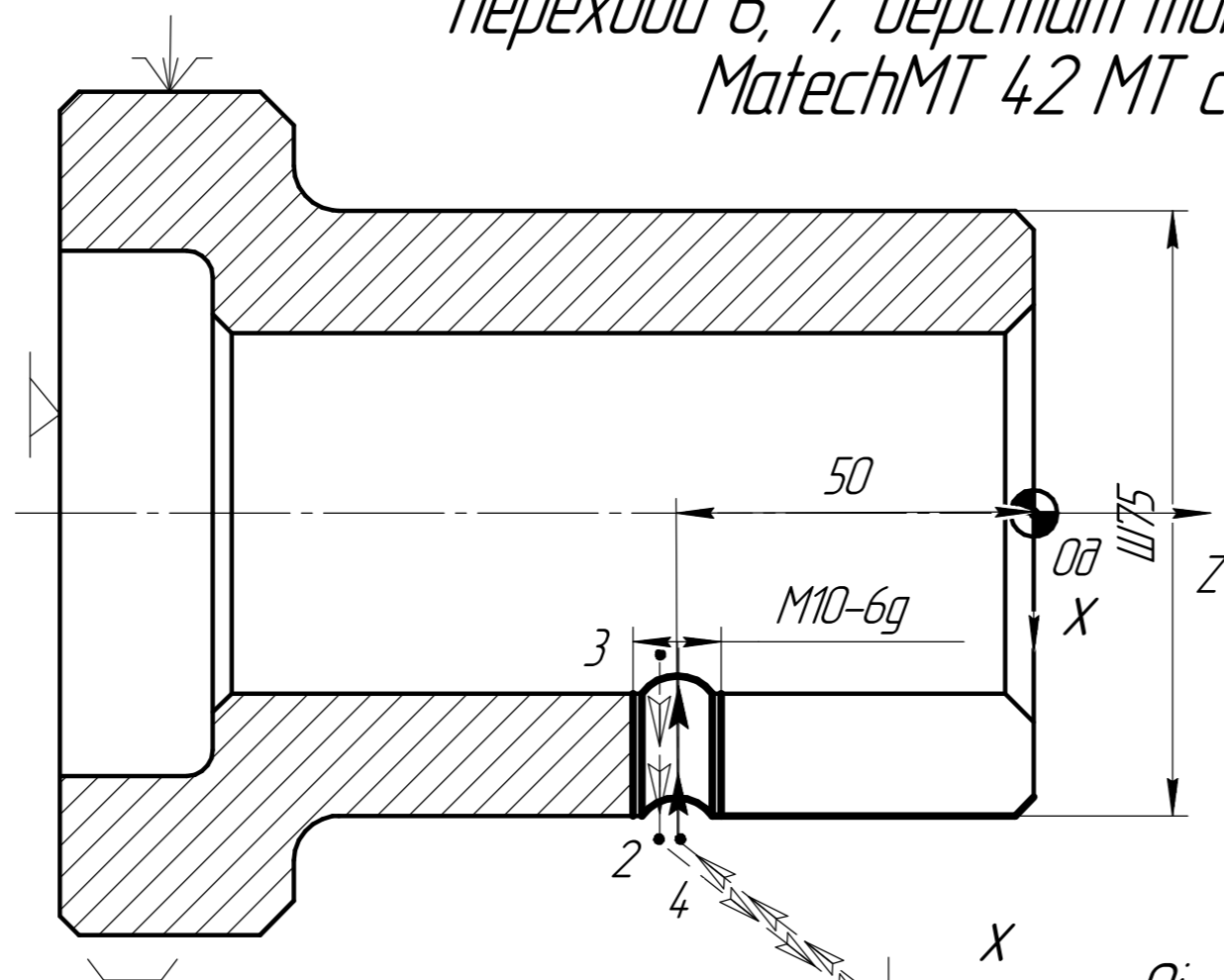
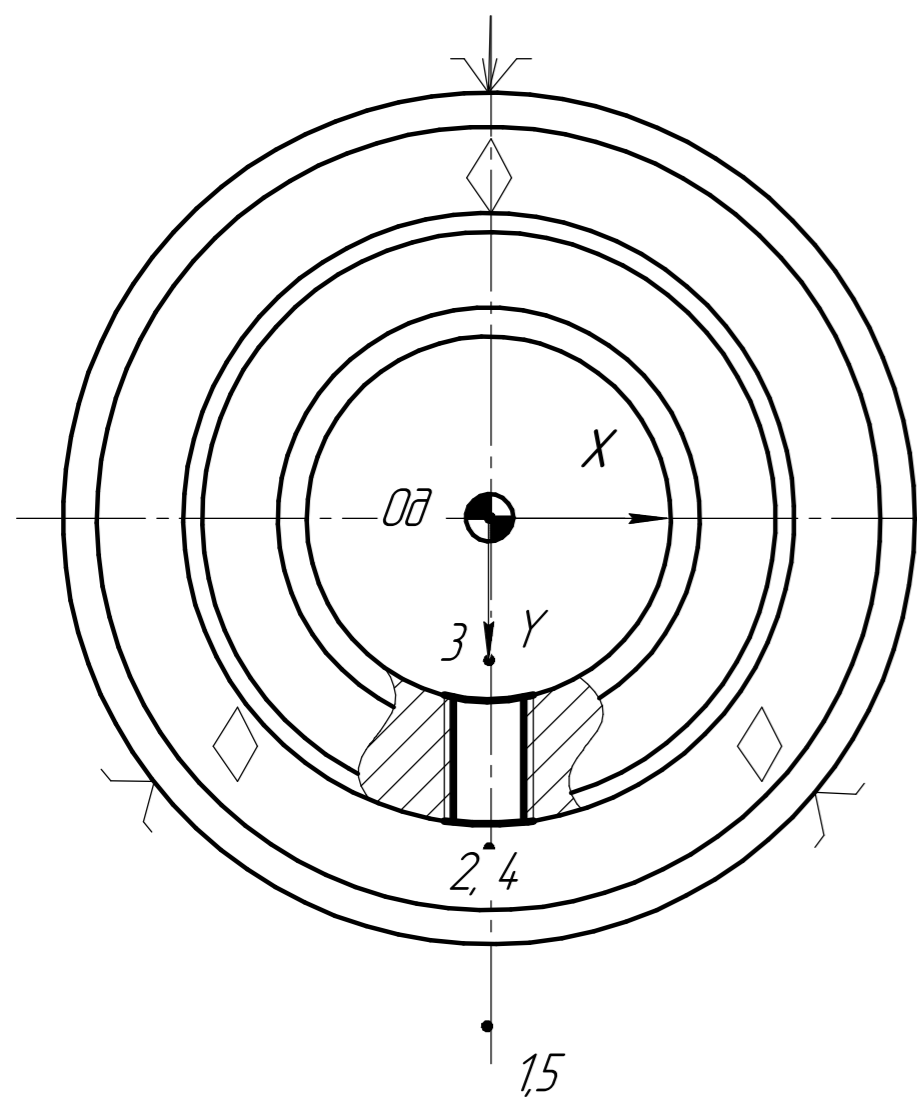
- Невказані граничні відхилення розмірів:  $H14$ ,  $h14$ ,  $\pm IT14/2$ .
- Неперпендикулярність осей кулачків між собою і несиметричність їх відносно поверхні А не більше 0,3 мм.

Перв. примеч.	
Справ. №	
Падп. і дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дробл.	
Падп. і дата	
Инд. № подл.	

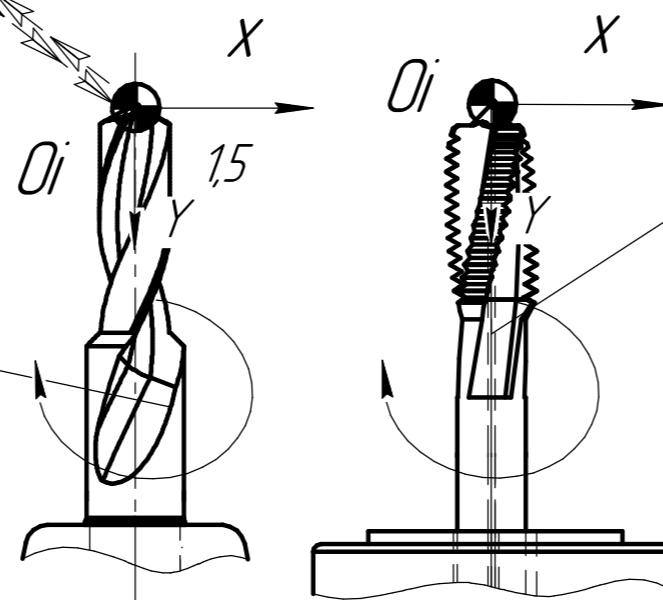
БР.ПМ-050.01.000				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1,73	1:1
Разраб.	Федасюк О.В.					
Проб.	Борущак Л.О.				Лист	Листов
Т.контр.	Борущак Л.О.					1
И.контр.	Борущак Л.О.				ІФНТУНГ	
Утв.	Панчук В.Г.				ПМ-21-1	
Півмуфта ЦЗ-09.02.001				Сталь 45 ДСТУ 8920: 2019		
Копировал				Формат А2		

БР.ПМ-050.05.000КН

Карта налагодження системи ЧПК, операція 005, переходи 6, 7, верстат токарний MatechMT 42 MT спс



Свердло Walter B 1420.Z.08.7 Z2. 35



Мітчик EP 20 61115 TiN-M10 Walter

Координати опорних точок

Операція токарна з ЧПК					
Перехід 6			Перехід 7		
№	γ	Z	№	γ	Z
1	67.0	-30.0	1	60.0	-30.0
2	40.5	-50.0	2	42.0	-50.0
3	21.6	-50.0	3	19.5	-50.0
4	40.5	-50.0	4	42.0	-50.0
5	67.0	-30.0	5	60.0	-30.0

БР.ПМ-050.05.000КН					
№	Лист	№ док.м.	Підп.	Дата	Лист
Карта налагодження операції з ЧПК 005, перехід 5					Масштаб
					1:1
Верстати					Лист
					Листов
					1
					ПМ-21-1
					ІФНТУНГ
Копіював					Формат А3

Перв. примеч.

Справ. №

Лист. и дата

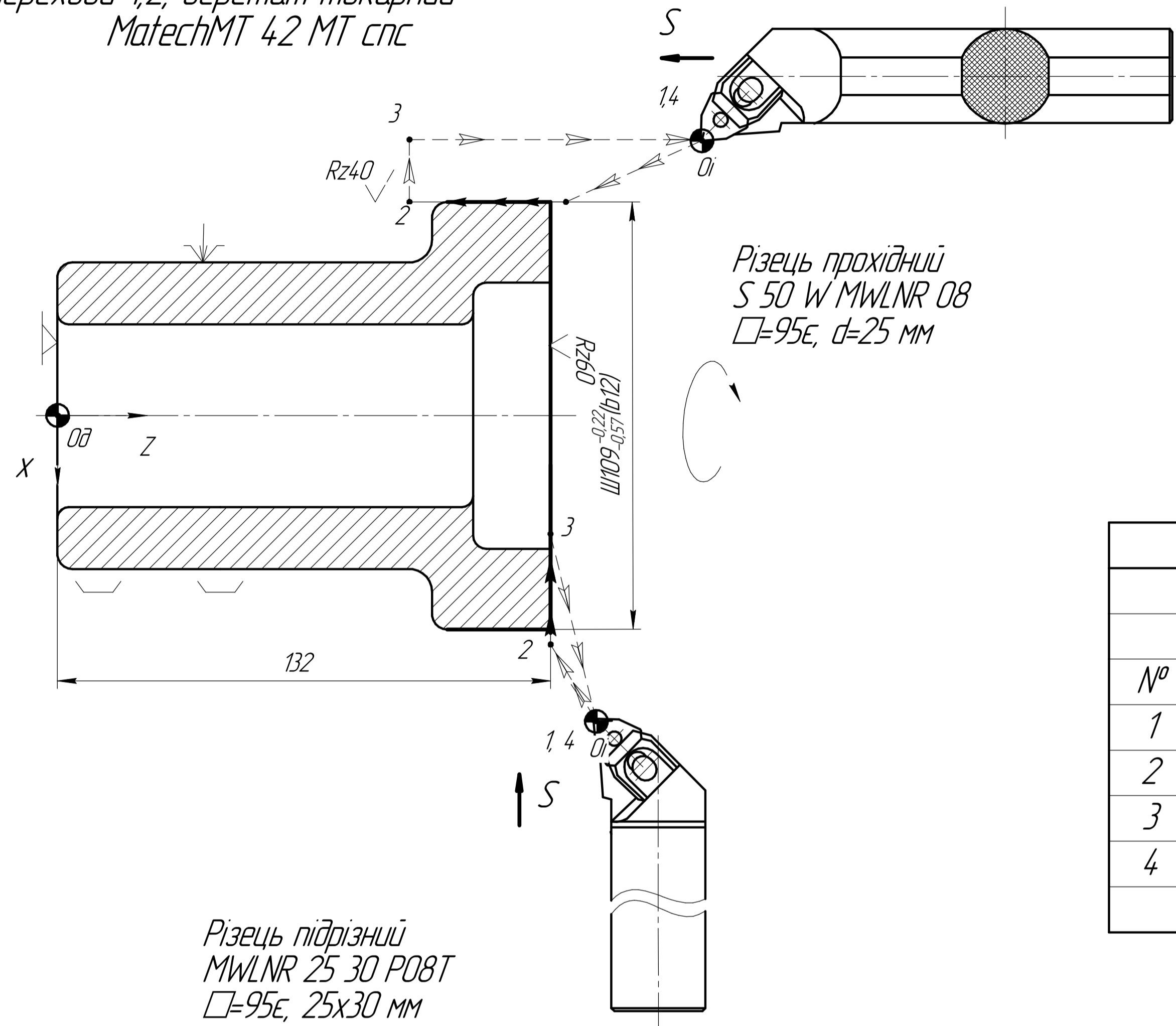
Изд. № док.м.

Взам. инв. №

Лист. и дата

Изд. № док.м.

Карта налагодження системи ЧПК операція 005, переходи 1,2, верстат токарний MatechMT 42 MT спс



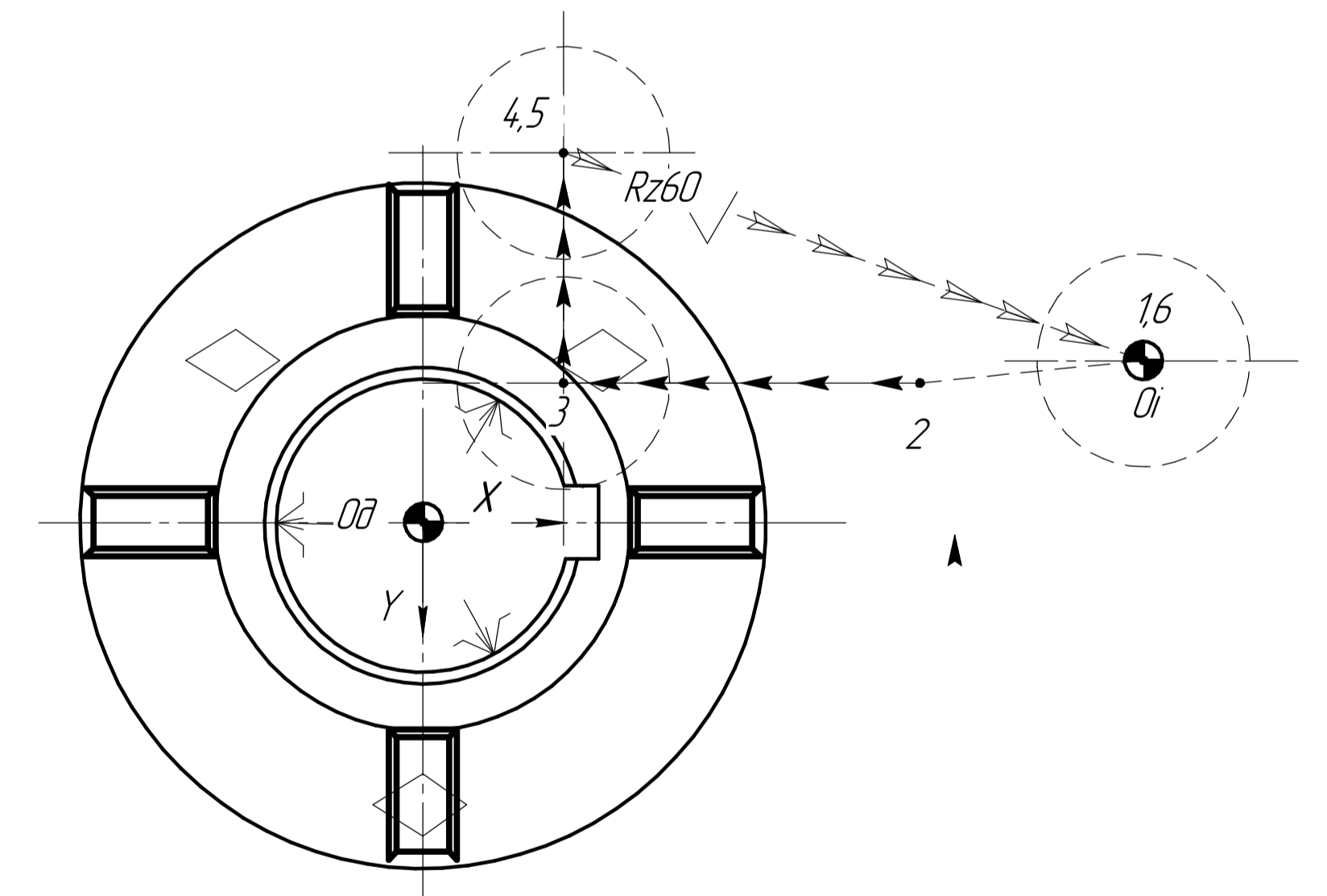
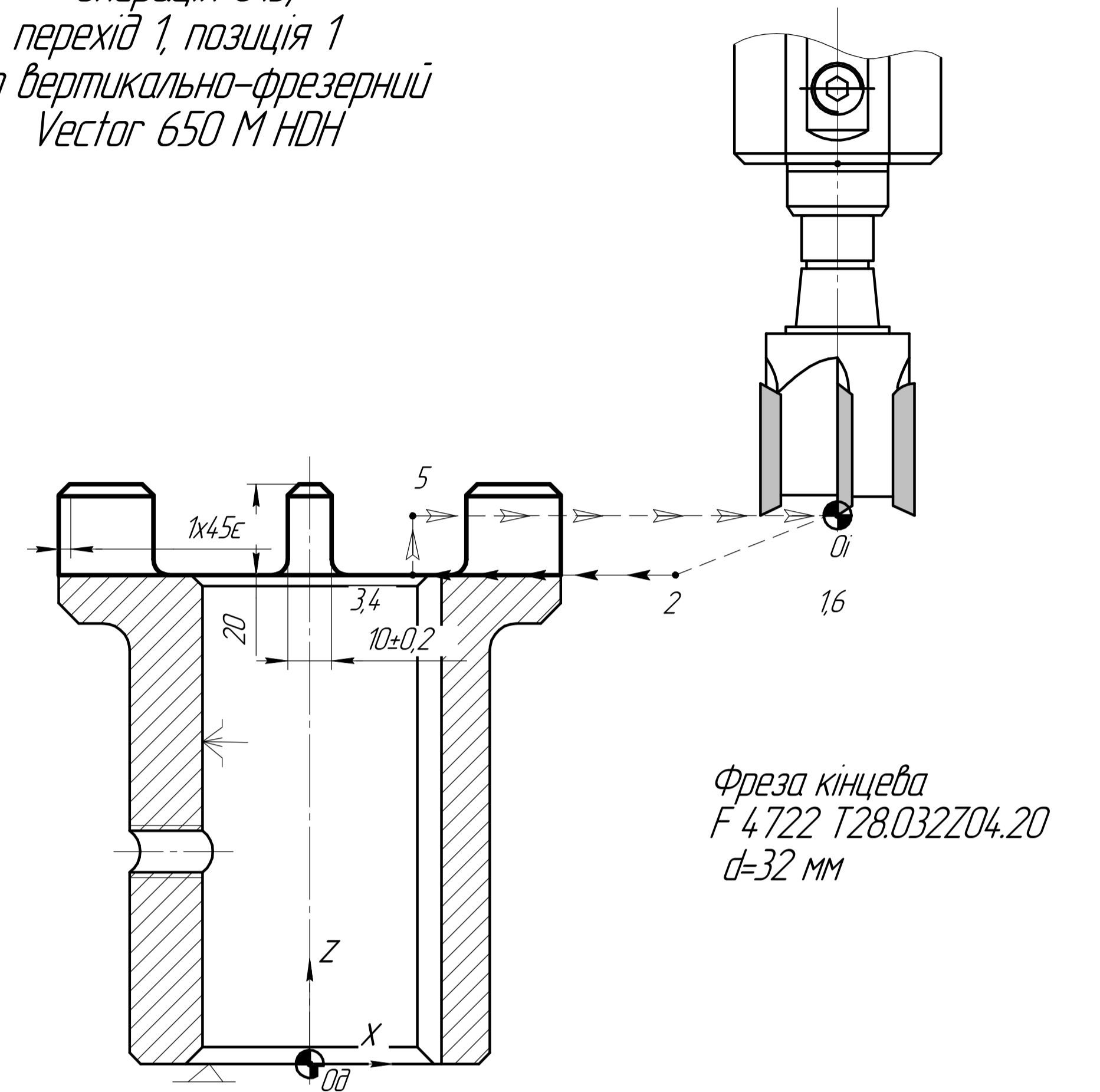
Координати опорних точок

Операція								
Токарна з ЧПК								
Перехід 1			Перехід 2			Перехід 3		
№	Z	X	№	Z	X	№	Z	X
1	20.0	-70.0	1	8.0	72.5	1	20.0	40.5
2	3.0	-54.5	2	0.0	57.0	2	-16.0	0
3	-34.0	-70.0	3	0.0	32.5	3	-139.0	0
4	20.0	-70.0	4	8.0	72.5	4	-8.5	0
						5	20.0	40.5

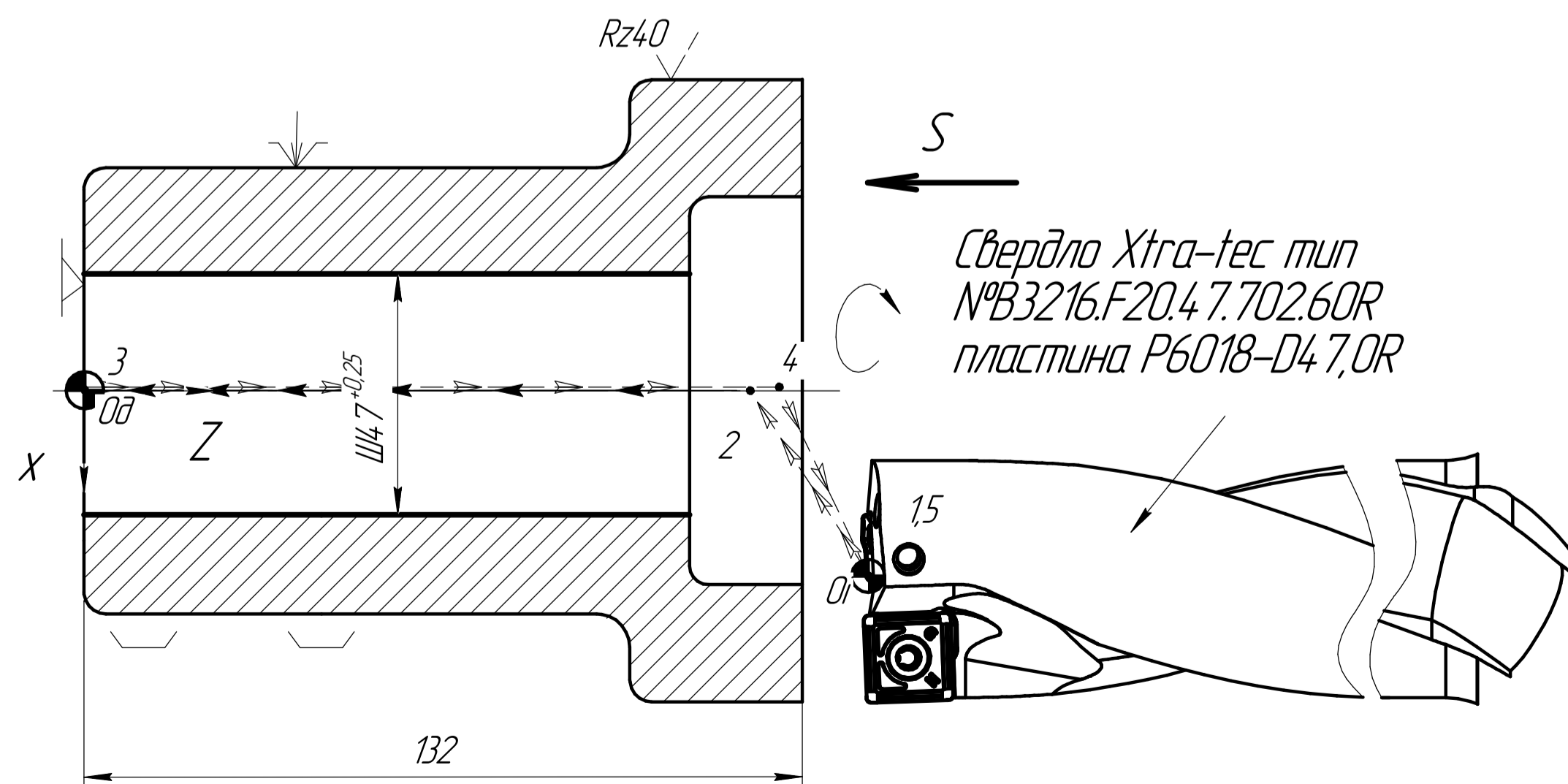
Координати опорних точок

Операція			
Вертикально-фрезерна з ЧПК			
Позиція 1			
№	X	Y	Z
1	123.5	-22.5	120.0
2	74.0	-17.5	110.0
3	21.0	-17.5	110.0
4	21.0	-62	110.0
5	21.0	-62	120.0
6	123.5	-22.5	120.0

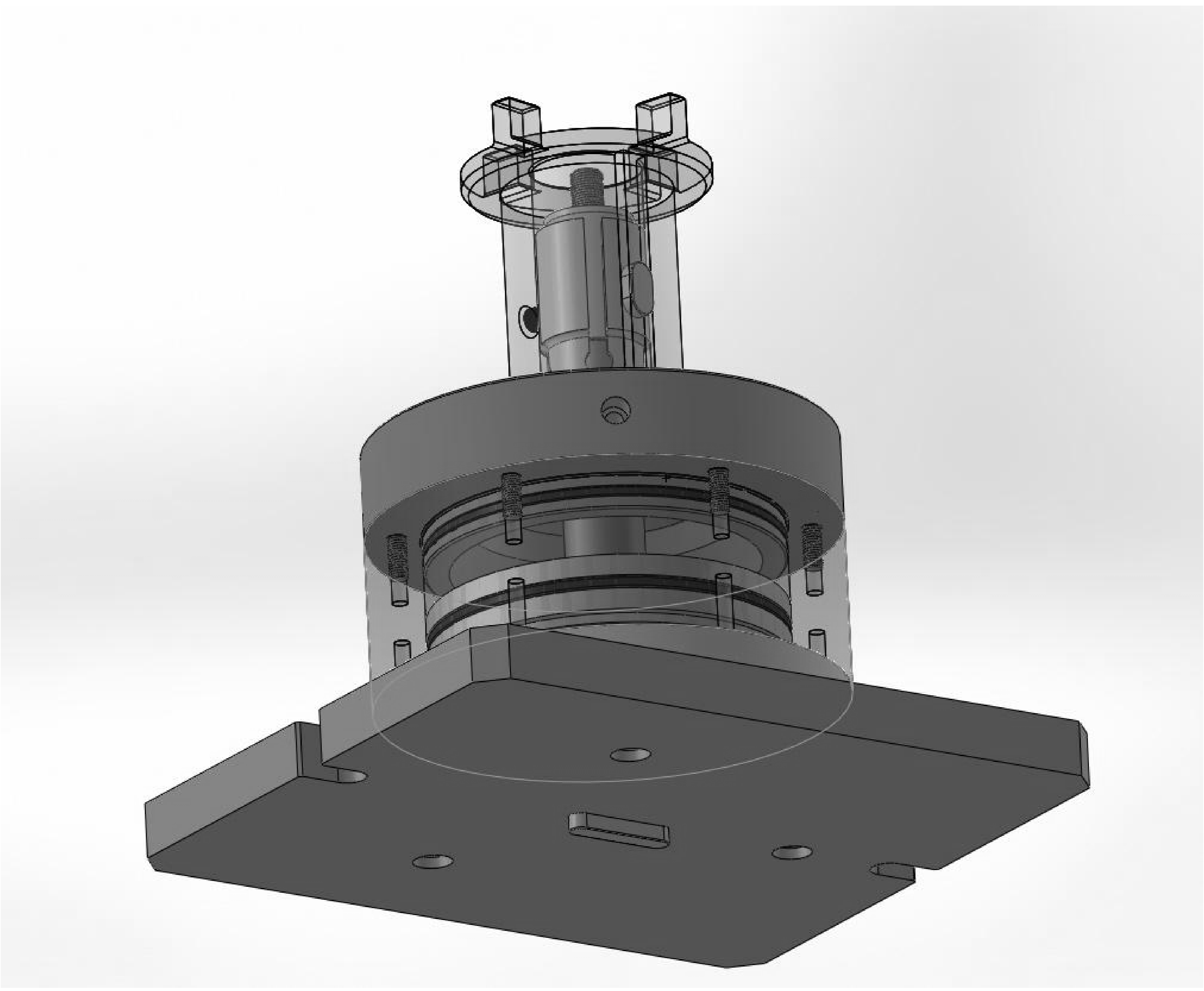
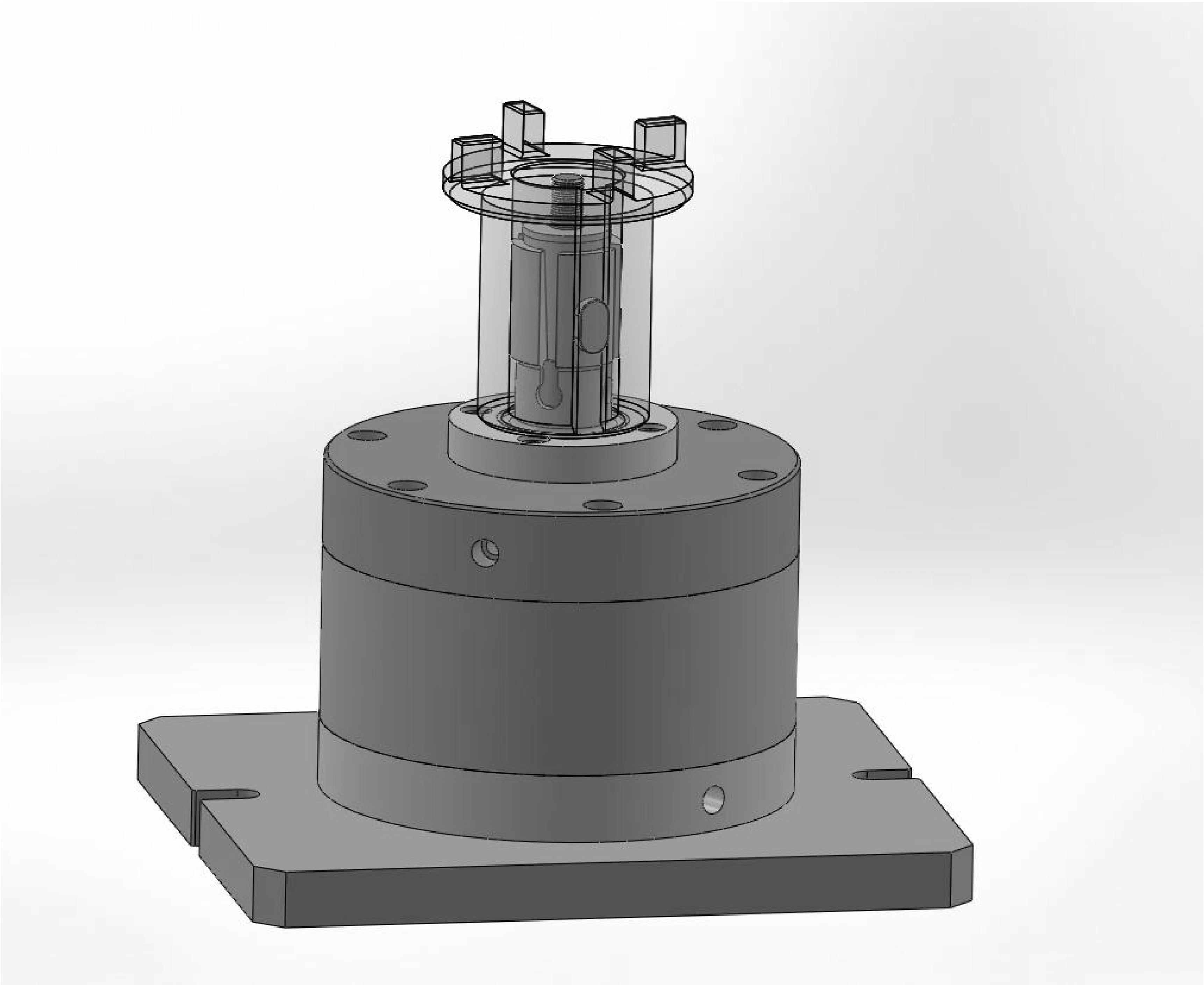
Карта налагодження системи ЧПК операція 015, перехід 1, позиція 1 верстат вертикально-фрезерний Vector 650 M HDH



перехід 3

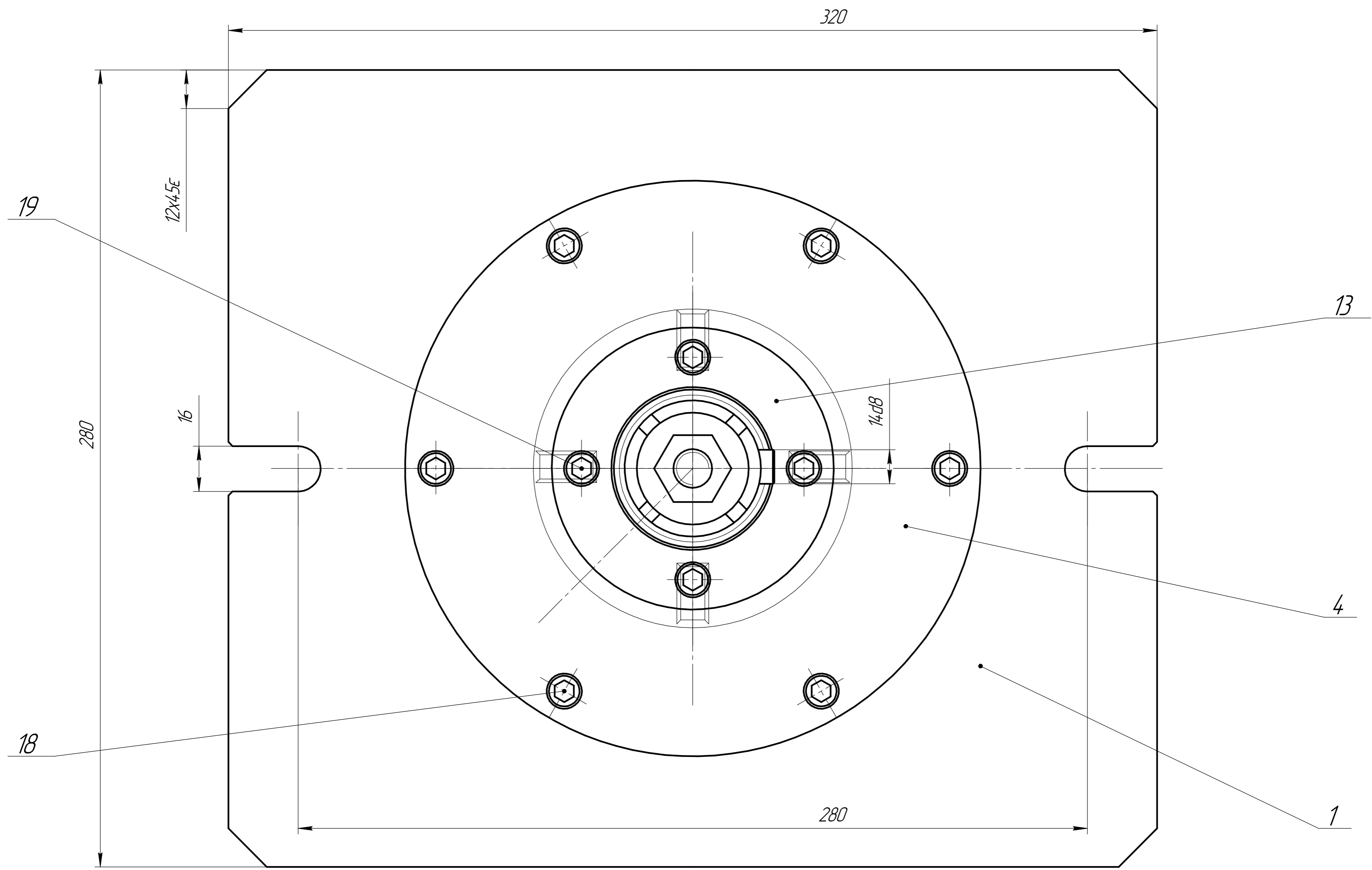
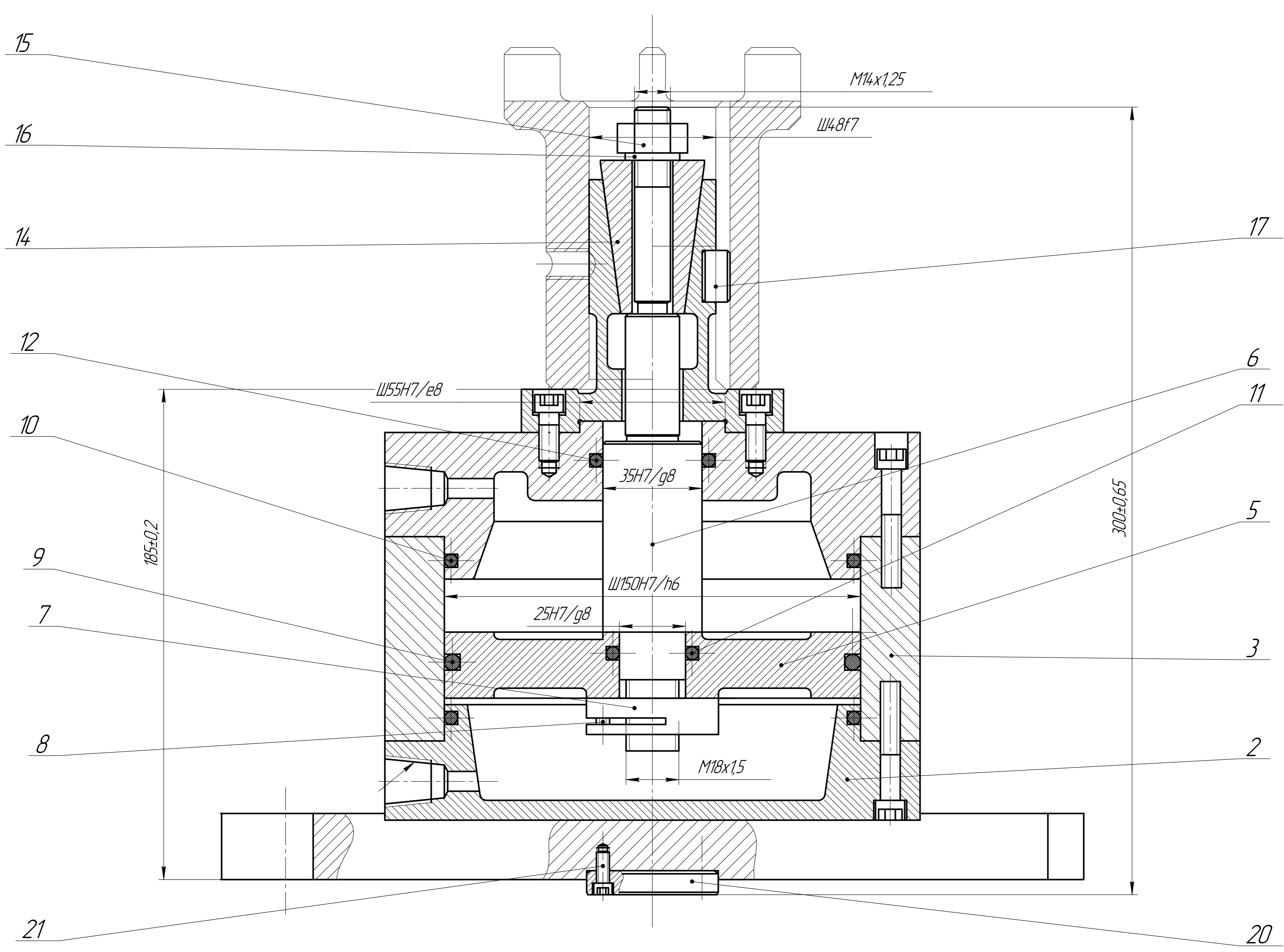


БР.ПМ-050.04.000КН				Лист	Масштаб
Карти налагоджень операцій з ЧПК 005, 015				1:1	
Верстати				Лист	Листів 1
				ПМ-21-1	ІФНТУНГ
				Формат А1	



Лист № 1  
 Вид № 01  
 Вид № 02  
 Вид № 03  
 Вид № 04  
 Вид № 05  
 Вид № 06  
 Вид № 07  
 Вид № 08  
 Вид № 09  
 Вид № 10  
 Вид № 11  
 Вид № 12  
 Вид № 13  
 Вид № 14  
 Вид № 15  
 Вид № 16  
 Вид № 17  
 Вид № 18  
 Вид № 19  
 Вид № 20  
 Вид № 21  
 Вид № 22  
 Вид № 23  
 Вид № 24  
 Вид № 25  
 Вид № 26  
 Вид № 27  
 Вид № 28  
 Вид № 29  
 Вид № 30  
 Вид № 31  
 Вид № 32  
 Вид № 33  
 Вид № 34  
 Вид № 35  
 Вид № 36  
 Вид № 37  
 Вид № 38  
 Вид № 39  
 Вид № 40  
 Вид № 41  
 Вид № 42  
 Вид № 43  
 Вид № 44  
 Вид № 45  
 Вид № 46  
 Вид № 47  
 Вид № 48  
 Вид № 49  
 Вид № 50  
 Вид № 51  
 Вид № 52  
 Вид № 53  
 Вид № 54  
 Вид № 55  
 Вид № 56  
 Вид № 57  
 Вид № 58  
 Вид № 59  
 Вид № 60  
 Вид № 61  
 Вид № 62  
 Вид № 63  
 Вид № 64  
 Вид № 65  
 Вид № 66  
 Вид № 67  
 Вид № 68  
 Вид № 69  
 Вид № 70  
 Вид № 71  
 Вид № 72  
 Вид № 73  
 Вид № 74  
 Вид № 75  
 Вид № 76  
 Вид № 77  
 Вид № 78  
 Вид № 79  
 Вид № 80  
 Вид № 81  
 Вид № 82  
 Вид № 83  
 Вид № 84  
 Вид № 85  
 Вид № 86  
 Вид № 87  
 Вид № 88  
 Вид № 89  
 Вид № 90  
 Вид № 91  
 Вид № 92  
 Вид № 93  
 Вид № 94  
 Вид № 95  
 Вид № 96  
 Вид № 97  
 Вид № 98  
 Вид № 99  
 Вид № 100

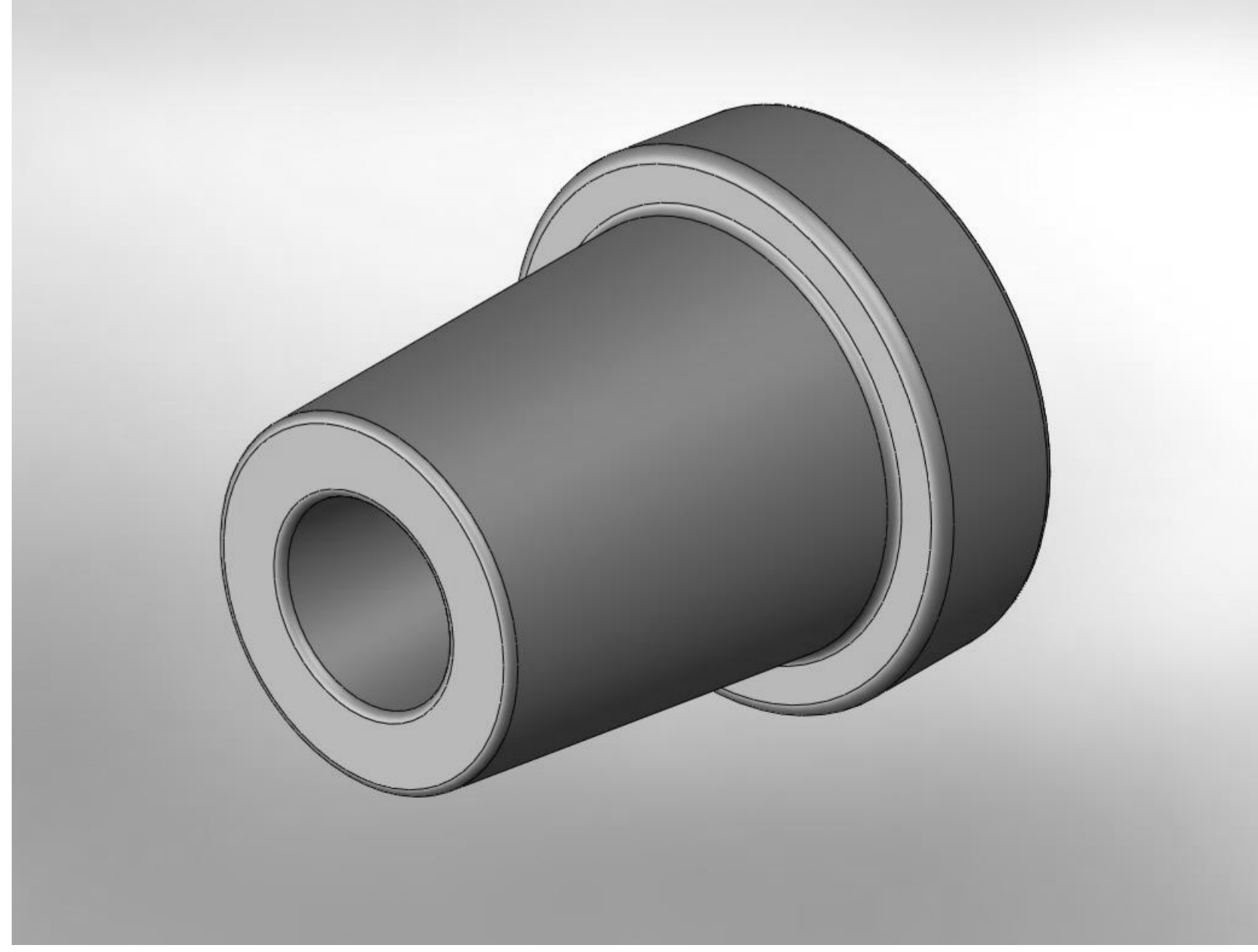
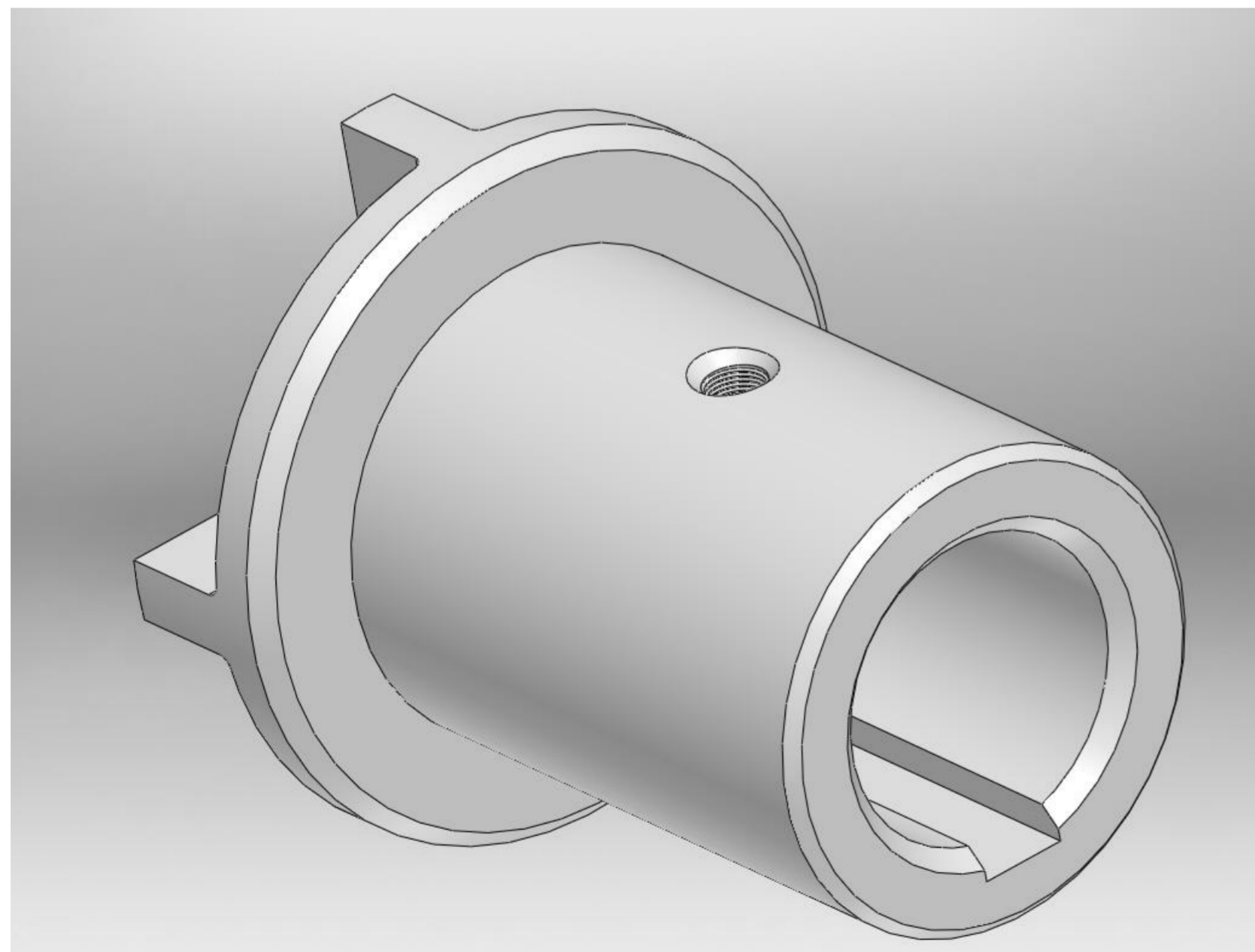
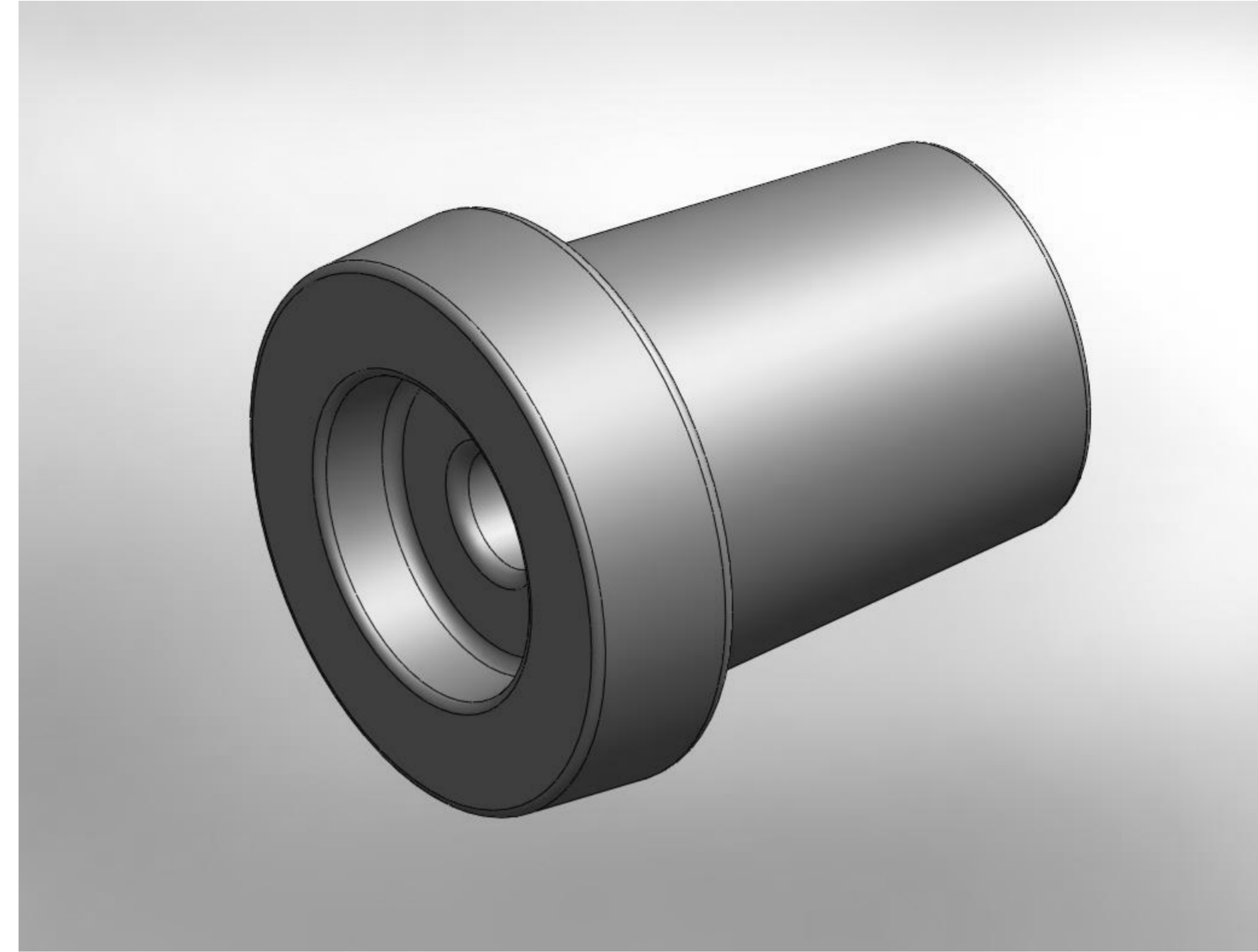
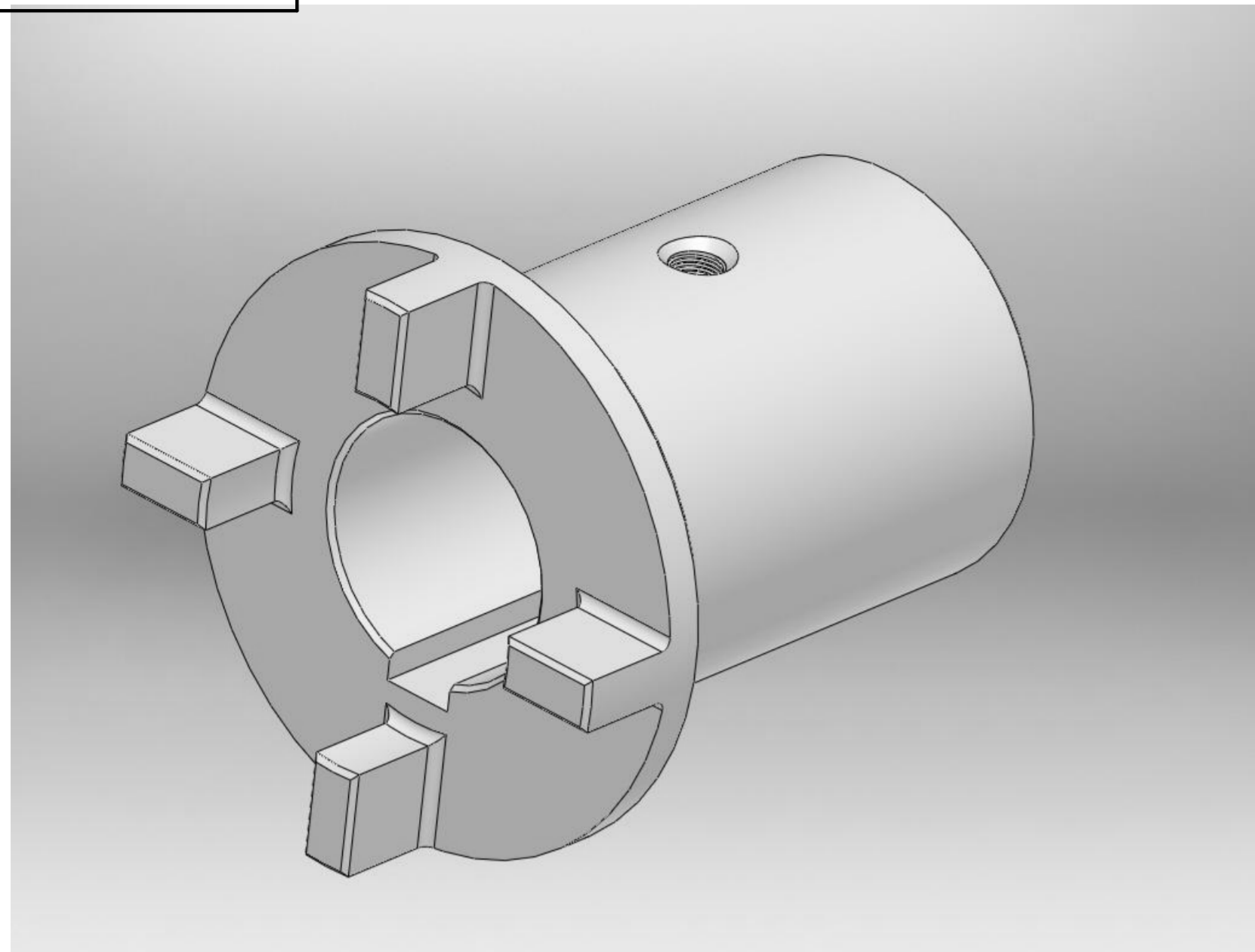
				<b>БР.ПМ-050.08.000М17</b>		
Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	<b>Тривимірна модель                  верстатного пристрою</b>		
Разраб.	Федасюк О.В.					
Проб.	Борщак Л.О.					
Т.контр.	Борщак Л.О.					
Исполн.	Борщак Л.О.			Лист	Листов	1
Утв.	Панчик В.Г.			ИФНТУНГ ПМ-21-1		
				Копировал		
				Формат А1		



1. Пристрій призначений для фрезерування чотирьох виступів на торці підмуфти висотою 20 мм.
2. Пристрій встановлюється на столі верстата Vector 650 M HDH
3. Тиск в пневмережі 6,3 Мпа.
4. Тягове зусилля на штовці пневмоциліндра 2160 Н.
5. Перед встановленням деталі установчі поверхні протерти і продути стисненим повітрям

				БР.ПМ-050.07.000СК		
				Пристрій фрезерний		
Лист	№ док.м.	Лист	Дата	Лист	Маса	Масштаб
1	Федосик О.В.	1		1		1:1
2	Борщак Л.О.	1		Лист	Листов	1
3	Борщак Л.О.	1		ІФНТУНГ		
4	Панчик В.Г.	1		ПМ-21-1		
				Формат А1		

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20  
Лист № 21



*Твердотільні моделі півмуфти ЦЗ-09.02.001 та її заготовки*

Перш. примен.	
Спроб. №	
Підп. і дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дідл.	
Инд. № подл.	

				БР.ПМ-050.03.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	3D моделі півмуфти ЦЗ-09.02.001 і заготовки	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Федасюк О.В.						1:1
Проб.		Барцшак Л.О.				Лист	Листов	1
Т.контр.		Барцшак Л.О.				ІФНТУНГ		
Н.контр.		Барцшак Л.О.			Сталь 45 ДСТУ 8920: 2019	ПМ-21-1		
Утв.		Панчук В.Г.				Формат А2		

БР.ПМ-050.06.000

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дораб.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Операція 005. Установ 1- підрізання торця, зовнішнє та внутрішнє точіння:

G54 G40 G99

G28 U0;

G28 W0;

T0101(MWLN R 25 30 P08T);

G50 S900;

G96 S100 M03;

G0 Z0 X116;

M08;

Операція 005. Установ 2- зовнішнє точіння, розточування, точіння торця, свердління бокового отвору і нарізання різьби:

G1 X64 F0.15;

M09;

G28 W0 U0;

T0202(S 50 W MWLN R 08);

G0 Z1 X104.7;

M08;

G1 Z-1.1 X108.7 F0.2;

G1 Z-31 F0.2;

M09;

M05;

G28 U0 W0;

T0303(<sup>1</sup>B3216.F20.47.702.60R.);

G97 S1000 M03

G0 Z2 X0;

M08;

G40 G54 G99

G28 U0

G28 W0

T0101

M35

G97 S1000 M63 75 48

G0 Z-50 X77

M08

G1 X45 F0.15

G1 X77 F0.5

M09

M65

G28 U0 W0

T0202

G97 S80 M63

G1 Z-50 X77

M08

G1 X45 F1.5

M65

G97 S50 M64

G1 X77 F1.5

M65

M36

M09

G28 U0 W0

M30

%

Операція 015. Перехід 1  
Фрезерування торцьових виїмок

G1 Z-132.5 F0.1;

G0 Z2;

M09;

M05;

G28 U0 W0;

M30;

%

					<b>БР.ПМ-050.06.000</b>		
					Програми для токарно-фрезерної та горизонтально-фрезерної обробки		
Лист	Маса	Масштаб					
		1:1					
Лист	Листов	1					
					ІФНТУНГ ПМ-21-1		